This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

Usage guidelines

Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

+ *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.

+ *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.

+ *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.

+ *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

About Google Book Search

Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at `http://books.google.com/`

Über dieses Buch

Dies ist ein digitales Exemplar eines Buches, das seit Generationen in den Regalen der Bibliotheken aufbewahrt wurde, bevor es von Google im Rahmen eines Projekts, mit dem die Bücher dieser Welt online verfügbar gemacht werden sollen, sorgfältig gescannt wurde.

Das Buch hat das Urheberrecht überdauert und kann nun öffentlich zugänglich gemacht werden. Ein öffentlich zugängliches Buch ist ein Buch, das niemals Urheberrechten unterlag oder bei dem die Schutzfrist des Urheberrechts abgelaufen ist. Ob ein Buch öffentlich zugänglich ist, kann von Land zu Land unterschiedlich sein. Öffentlich zugängliche Bücher sind unser Tor zur Vergangenheit und stellen ein geschichtliches, kulturelles und wissenschaftliches Vermögen dar, das häufig nur schwierig zu entdecken ist.

Gebrauchsspuren, Anmerkungen und andere Randbemerkungen, die im Originalband enthalten sind, finden sich auch in dieser Datei – eine Erinnerung an die lange Reise, die das Buch vom Verleger zu einer Bibliothek und weiter zu Ihnen hinter sich gebracht hat.

Nutzungsrichtlinien

Google ist stolz, mit Bibliotheken in partnerschaftlicher Zusammenarbeit öffentlich zugängliches Material zu digitalisieren und einer breiten Masse zugänglich zu machen. Öffentlich zugängliche Bücher gehören der Öffentlichkeit, und wir sind nur ihre Hüter. Nichtsdestotrotz ist diese Arbeit kostspielig. Um diese Ressource weiterhin zur Verfügung stellen zu können, haben wir Schritte unternommen, um den Missbrauch durch kommerzielle Parteien zu verhindern. Dazu gehören technische Einschränkungen für automatisierte Abfragen.

Wir bitten Sie um Einhaltung folgender Richtlinien:

+ *Nutzung der Dateien zu nichtkommerziellen Zwecken* Wir haben Google Buchsuche für Endanwender konzipiert und möchten, dass Sie diese Dateien nur für persönliche, nichtkommerzielle Zwecke verwenden.

+ *Keine automatisierten Abfragen* Senden Sie keine automatisierten Abfragen irgendwelcher Art an das Google-System. Wenn Sie Recherchen über maschinelle Übersetzung, optische Zeichenerkennung oder andere Bereiche durchführen, in denen der Zugang zu Text in großen Mengen nützlich ist, wenden Sie sich bitte an uns. Wir fördern die Nutzung des öffentlich zugänglichen Materials für diese Zwecke und können Ihnen unter Umständen helfen.

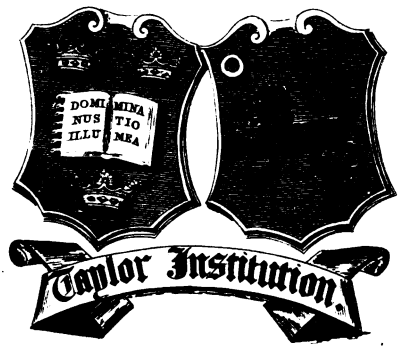
+ *Beibehaltung von Google-Markenelementen* Das "Wasserzeichen" von Google, das Sie in jeder Datei finden, ist wichtig zur Information über dieses Projekt und hilft den Anwendern weiteres Material über Google Buchsuche zu finden. Bitte entfernen Sie das Wasserzeichen nicht.

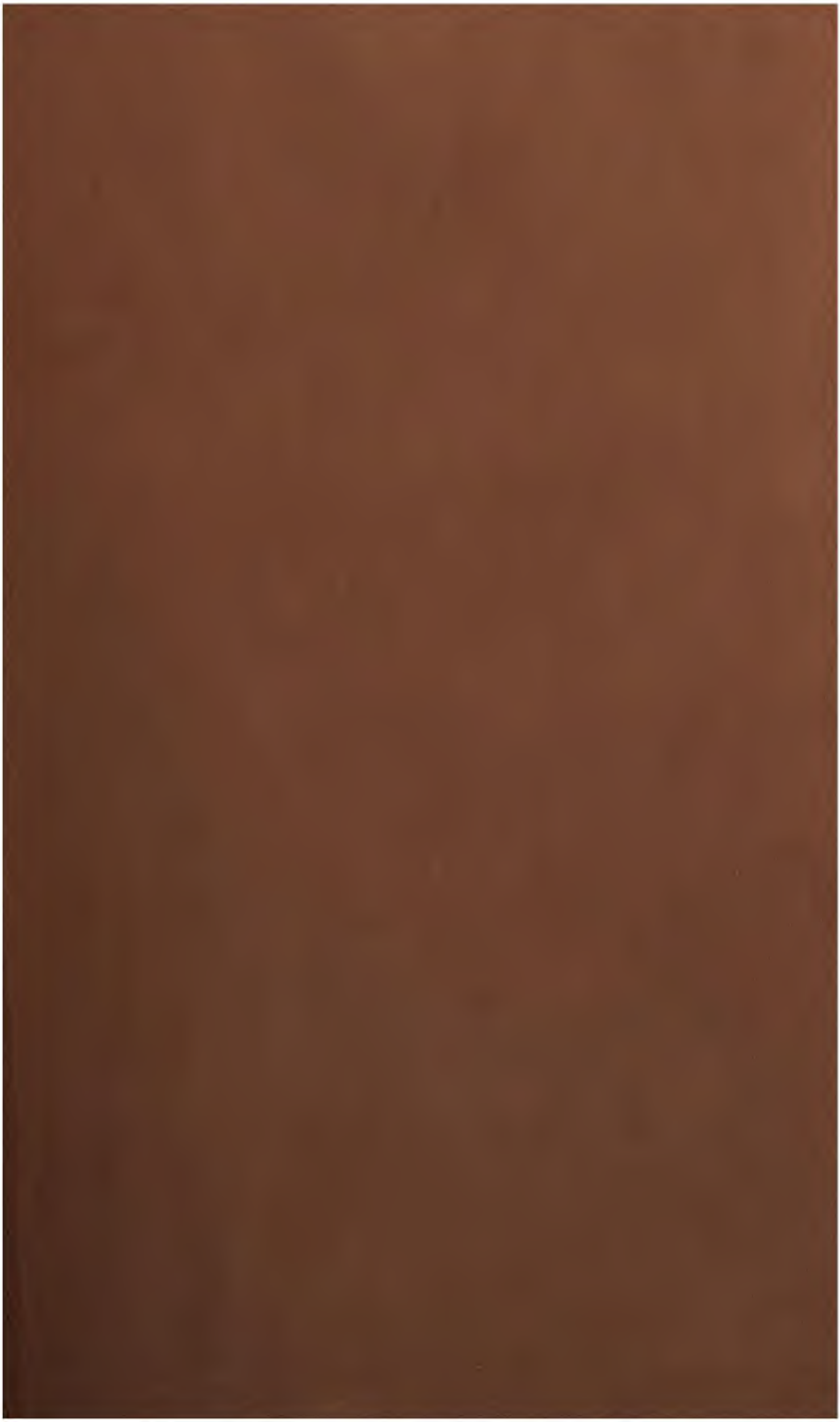
+ *Bewegen Sie sich innerhalb der Legalität* Unabhängig von Ihrem Verwendungszweck müssen Sie sich Ihrer Verantwortung bewusst sein, sicherzustellen, dass Ihre Nutzung legal ist. Gehen Sie nicht davon aus, dass ein Buch, das nach unserem Dafürhalten für Nutzer in den USA öffentlich zugänglich ist, auch für Nutzer in anderen Ländern öffentlich zugänglich ist. Ob ein Buch noch dem Urheberrecht unterliegt, ist von Land zu Land verschieden. Wir können keine Beratung leisten, ob eine bestimmte Nutzung eines bestimmten Buches gesetzlich zulässig ist. Gehen Sie nicht davon aus, dass das Erscheinen eines Buchs in Google Buchsuche bedeutet, dass es in jeder Form und überall auf der Welt verwendet werden kann. Eine Urheberrechtsverletzung kann schwerwiegende Folgen haben.

Über Google Buchsuche

Das Ziel von Google besteht darin, die weltweiten Informationen zu organisieren und allgemein nutzbar und zugänglich zu machen. Google Buchsuche hilft Lesern dabei, die Bücher dieser Welt zu entdecken, und unterstützt Autoren und Verleger dabei, neue Zielgruppen zu erreichen. Den gesamten Buchtext können Sie im Internet unter `http://books.google.com` durchsuchen.

42. K. 1





Kepler

und die Astronomie.

Zum dreihundertjährigen Jubiläum

von Keplers Geburt

am 27. December 1571.

Von

Dr. C. G. Reuschle,

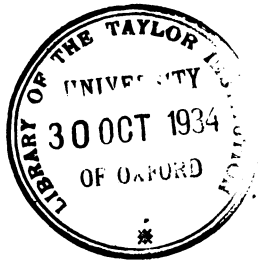
Professor in Stuttgart.

Mit einer Figurentafel.

Frankfurt a. M.

Verlag von Heyder & Zimmer.

1871.


LIBRARY OF THE TAYLOR
UNIVERSITY
30 OCT 1934
OF OXFORD

Den Schöpfern unserer grossen Keplerdenkmale

Hrn. Oberstudienrath Dr. v. Frisch in Stuttgart

und

Hrn. Director Dr. v. Kreling in Nürnberg

in gemeinsamer Keplerverehrung

gewidmet

vom Verfasser.

Vorwort.

Der Anlaß zu dieſer kleinen Schrift iſt, wie ſchon der Titel angibt, das dreihundertjährige Jubiläum von Keplers Geburt, deren Feier uns am 27. December des laufenden Jahres bevorſteht. Hatte ſchon das vorige Jahr die Enthüllung ſeines künſtleriſchen Denkmals in der Geburtsſtadt gebracht, ſo bringt das laufende die Vollendung ſeines literariſchen Denkmals in der deutſchen Preſſe, in welcher nun Keplers ſämmtliche Werke vorliegen. Es erübrigt hier noch einige Worte über die Grundlagen dieſer Schrift zu ſagen.

Das Jubiläum der fünfundzwanzigjährigen Regierung des Königs Wilhelm von Württemberg im Jahr 1841 veranlaßte mich, meine Studien in den Werken von Kepler und die Anſicht, welche mir dabei über das innere Verhältniß der drei Männer Copernicus, Kepler, Newton erwuchs, in dem Herbſtprogramm des Stuttgarter Gymnaſiums niederzulegen, um ſo das Jubiläum des Königs

durch das Andenken an einen welthiſtoriſchen Württemberger zu feiern. Sieben Jahre ſpäter verarbeitete ich den Inhalt des Programms zu zwei Artikeln in den „Jahrbüchern für Wiſſenſchaft und Leben“ von Noack, wobei er einige Erweiterungen erfuhr und von Anmerkungen und lateiniſchen Citaten befreit wurde. Die Hauptſache war mir bei dieſer alten Arbeit, einerſeits das objective Verhältniß jener drei Männer, andererſeits den ſubjectiven Gang der Keplerſchen Forſchungen oder ſeine innere Geſchichte zu beleuchten; nnd ich kann ſagen, daß meine neuen Keplerſtudien mir keine Veranlaſſung gegeben haben, weder über den einen noch über den andern Punkt im Weſentlichen meine Anſicht zu ändern. Dagegen genügte die Geſchichte des äußeren Lebens Keplers nicht mehr, welche mir damals als Nebenſache erſchienen, und worin ich der vorliegenden neueſten Keplerbiographie von Breitſchwert (1831) ohne weiteres gefolgt war; ſie genügte nicht mehr, nicht nur weil ſie zu kurz gefaßt iſt, ſondern auch weil ſie alle Ungenauigkeiten und Anachronismen meiner damaligen Quelle theilt. So iſt der erſte Abſchnitt des zweiten Theils ſo gut wie ganz neu, hergeſtellt auf den Grund der Normalquelle, die wir jetzt in der epochemachenden Arbeit von Friſch haben, höchſtens daß ich die Periodeneintheilung aus meiner früheren Schrift beibehalten konnte; während dagegen der zweite und dritte Abſchnitt des zweiten Theils, ſowie der erſte Theil oder die Einleitung nur eine gründliche Ueberarbeitung nöthig hatte. Ebenfalls ganz neu iſt der dritte Theil oder die Schlußbetrachtung, wo ich in einen Vorblick von Kepler auf die Gegenwart einen Bericht

über unsere Keplerdenkmäler, insbesondere über die Frischische Arbeit, verwebe.

Was ich, außer diesem Hauptwerk, benutzt oder berücksichtigt habe, sind einmal die schon von Breitschwert angeführten Schriften, resp. Artikel: von Hansch, Fischlin, Kästner (im vierten Band die Geschichte der Mathematik), Herder, Stäudlin; ferner das, was sich auf Kepler bezieht in: Humboldts Kosmos, Apelts Epochen der Geschichte der Menschheit, Whewells Geschichte der inductiven Wissenschaften (in der Uebersetzung von Littrow dem Aelteren), Laplace kurze Geschichte der Astronomie, Chasles Geschichte der Geometrie; endlich die neueren Schriften der speciellen Keplerliteratur (seit Breitschwert): Apelt „Keplers astronomische Weltansicht" (1849) und desselben „Reform der Sternkunde" (1852), Förster „Kepler und die Harmonie der Sphären" (ein Vortrag 1861), M. Bertrand „Notice sur la vie et les travaux de Kepler" (1863), Gruner „Johannes Kepler," eine auf drei Bände angelegte Biographie, wovon aber nur der erste erschienen (1868) und im Wesentlichen von Professor Reitlinger in Wien verfaßt ist, nebst zwei Aufsätzen von Deinhardt über „Keplers Leben und Charakter" und über „Kepler als Reformator der Astronomie" in den von H. Schmidt (1869) herausgegebenen „kleinen Schriften Deinhardts".

Einer Recension meines Programms in Seebodes neuen Jahrbüchern (1841) hätte eine weitere Verbreitung dieser Keplerstudie entsprechen dürfen, welcher aber weder die Programmform, noch die wenig verbreitete, seit mehr als 20

Jahren erloschene, Zeitschrift günstig war. Möge die Schrift in der dritten erweiterten und vervollkommneten Form das Versäumte nachholen!

Stuttgart, im Juli 1871.

Der Verfasser.

Inhalt.

Erster Theil oder Einleitung.

Das welthistorische Zeitalter der Astronomie . . . . . S. 1.
Gesichtspunkte; — die alte Astronomie.

1. Das Copernicanische Stadium . . . . . S. 10.
Die heliocentrische Lehre als Vereinfachung der alten Epicykeltheorie; — die Bewegung der Erde um die Sonne als der erste Schritt zur physischen Astronomie; — Bewegung der Erde bei den Alten, Aristarch am Samos; — die Copernicaner, G. Bruno und Galiläi.

2. Das Keplersche Stadium . . . . . S. 22.
Die elliptische Theorie als radicale Verbesserung der alten Hypothese vom excentrischen Kreis; — die Tychonischen Beobachtungen; — David Fabricius als Rivale (?) Keplers; — das Systemgesetz aus dem „Mysterium Cosmographicum“ hervorgegangen und in Verbindung mit den Harmonien; — Keplersche Gesetze in England.

3. Das Newtonische Stadium . . . . . S. 36.
Das Newtonsche Gesetz der Centralbewegung eine Verallgemeinerung der elliptischen Theorie; — die Urrotation des Sonnensystems nach Kant und Laplace und Keplers kreisende Sonnenkraft; — Mechanismus der Centralbewegung, Kegelschnittsgesetz; — Begründung der Dynamik durch Galiläi und Huyghens; — das „umgekehrte Quadrat der Entfernung“, Newtons Rivalen; — die Einerleiheit der bei den himmlischen Bewegungen wirksamen Centralkraft mit der Schwere; — Einschränkung der Keplerschen Gesetze durch die allgemeine Gravitation, Störungen, Gravitationsverhältnisse.

Zweiter oder Haupttheil.

Ein Bild von Kepler in Worten . . . . . S. 62.
Gesichtspunkt und Plan.

I. **Keplers Arbeiten und Schickſale** . . . . . S. 64.
Familienverhältniſſe.

Erſte Periode von Keplers Leben . . . . . S. 65.
Bildungszeit: Kindheit und Schulbeſuch; — Kepler zur Theologie beſtimmt, Kloſterſchulen, Stift zu Tübingen, Mäſtlin und Hafenreffer.

Kepler am Gymnaſium zu Gratz . . . . . S. 70.
Kalenderredaction; — erſtes aſtronomiſches Werk; — Heirath; — Proteſtantenverfolgung in Steyermark; — Arbeiten und Projecte in der letzten Zeit zu Gratz.

Zweite Periode: Kepler in Prag . . . . . S. 76.
Verhältniß zu Tycho; — Kepler als kaiſerlicher Mathematiker; — die optiſchen und aſtronomiſchen Arbeiten, Marswerk, Dioptrik; — die Neuigkeiten am Himmel, Fernrohr; — Geldnoth, Kaiſer Rudolfs Kataſtrophe, das „Jahr voll Trauer".

Dritte Periode von Keplers Leben.

Aufenthalt zu Linz unter vielen Reiſen . . . . . S. 85.
Conflict mit der Concordienformel und Excommunication; — Kepler auf dem Reichstag wegen des neuen Kalenders; — chronologiſche Schriften; — zweite Heirath; — Fäſſertheorie; — Ruf nach Bologna; — häusliche Drangſale, Hexenproceß der Mutter; — neue aſtronomiſche Arbeiten, Weltharmonik, Epitome, Kometenbücher, Ephemeriden, und Gebrauch der Logarithmen; — Gegenreformation in Oberöſterreich im dreißigjährigen Krieg, Bauernaufſtand und Belagerung von Linz; — Correſpondenz mit Beſold und mit dem Jeſuiten Kurz.

Kepler in Ulm und Sagan . . . . . S. 102.
Rudolfiniſche Tafeln, Ephemeriden, aſtronomiſche Fragmente und Projecte; — Wallenſtein und Kepler; — Tod zu Regensburg.

Keplers Nachkommenſchaft, Hinterlaſſenſchaft, Nachlaß S. 106.
Das Straßburger Bild; — das „Opus postumum".

II. **Keplers Perſönlichkeit und Verhältniß zu ſeiner Zeit.**

Widerſtrebende Elemente ſeiner Zeit . . . . . S. 110.

Keplers intellectuelle Begabung . . . . . S. 112.
— Kepler als Mathematiker, Philoſoph, Schriftſteller. —

Keplers Geiſtesfreiheit . . . . . S. 119.
— Ueber den gregorianiſchen Kalender, Autorität der Bibel. —

Keplers Begeiſterung und Bewußtſein ſeiner Miſſion S. 123.

Hilfreiche Elemente ſeiner Zeit . . . . . S. 128.

Einfluß ſeiner Zeit . . . . . S. 131.
— Religion, Metaphyſik, Aſtrologie. —

Urtheile über Keplers Persönlichkeit . . . . . S. 136.

III. **Keplers Idee und das Werk seiner Sendung** . . S. 139.
Wissenschaftliche Leistungen überhaupt: — die drei Gesetze; — die Aufgabe der Astronomie in der Wirklichkeit und in der Idee Keplers.

1. Die Architectonik des Sonnensystems . . S. 144.
Das „Mysterium Cosmographicum"; — Zusammenhang der 5 Körper und der Consonanzen, geometrische Schätze der Weltharmonik; — der himmlische Archetypus und die Temperatur seiner Glieder; — thatsächliche Widerlegung des Systems durch die neuen Planeten und die Störungen; — die Bodesche Planetenprogression und Keplers Vermuthung neuer Planeten.

2. Die Bahnbestimmung oder die elliptische Theorie . . . . . S. 157.
Grundlagen im Prodromus; — die vier Hauptschritte in der neuen Astronomie; — Wesentlichkeit der successiven Hypothesen; — Berichtigung der Erdbahn und der Marsbahn durch und mit einander; — Prüfung an den Entfernungen; — anfänglich unrichtige Form des Flächengesetzes.

3. Die Himmelsphysik . . . . . S. 166.
Die Schwere eine irdische Kraft, den Mond umfassend, aber bei den Umlaufsbewegungen nicht betheiligt; — die Kraftkreise und Achsendrehung der Sonne; — der Magnetismus der Weltkörper.

Keplers Ansichten von der Fixsternwelt; — Schluß S. 175.

Dritter Theil oder Schlußbetrachtung.

Dreihundert Jahre nach Keplers Geburt . . . . . S. 181.

1. Abermaliger astronomischer Primat Deutschlands . . . . . S. 183.
Bessel und Gauß; — Frauenhofer und Reichenbach; — Spectralanalyse; — die astronomische Gesellschaft.

2. Keplers Gedächtniß im 19. Jahrhundert S. 188.
Denkmal zu Weilderstadt; — Gesammtausgabe von Keplers Werken.

Erſter Theil oder Einleitung.

Das welthiſtoriſche Zeitalter der Aſtronomie
oder
Kepler mit ſeinem Vorgänger Copernicus und ſeinem Nachfolger Newton.

Es war im ſechzehnten und ſiebzehnten Jahrhundert, daß die Aſtronomie ihre weltgeſchichtliche Rolle geſpielt und ſozuſagen die Hegemonie in dem Hellas der Wiſſenſchaften geführt hat. Was damals der menſchliche Geiſt, vornehmlich durch Copernicus, Kepler und Newton, vollbracht hat, war nichts geringeres, als im Weltall und über ſeine Stellung in demſelben ſich zu orientiren. Und es iſt gewiß nicht zufällig, daß der erſte Schritt hierin, d. h. das Copernicaniſche Weltſyſtem, der Zurechtfindung des Menſchen auf der Erde ſelbſt gleichſam auf dem Fuße folgte, welche durch die großen geographiſchen Entdeckungen eines Columbus, Vaſco de Gama und Magelhaens ſich vollendete. Iſt aber durch dieſe Orientirungen die Weltanſicht der neuen Zeit von der einen äußeren Seite angebahnt, ſo iſt es auch gewiß nicht zufällig, daß noch in demſelben Zeitalter die Philoſophie durch Baco von Verulam und Locke, durch Descartes und Leibnitz, beſonders aber durch Spinoza die erſten weſentlichen Schritte darin that, jene Weltanſicht nach der anderen

inneren Seite auszubilden, wo es sich darum handelte, daß der menschliche Geist über sich selbst und über sein Verhältniß zur nächsten Leiblichkeit, wie zur Materie überhaupt sich zurechtfinde, ein Gebiet, in welchem übrigens die Hauptschritte erst durch und nach Kant erfolgen.

Hiermit mag einleuchten, inwiefern jener Entwicklung der Astronomie aus ihrer alten schon von den Griechen herrührenden Gestalt zu der neuen, die mit der Newtonschen Gravitation fertig war, eine so hohe, ja wahrhaft weltgeschichtliche Bedeutung zukommt, worin sie allen späteren Leistungen, — seien es W. Herschels außerordentliche Wahrnehmungen am Himmel oder Bessels neue Fundamente der Astronomie oder die astronomische Spectroscopie, — nicht etwa bloß dem Grad, sondern der Art nach ebensosehr voransteht, wie die Entdeckung Amerikas, die Umschiffung Afrikas, die erste Weltumseglung allen geographischen Entdeckungen der Folgezeit, und womit sie, sogut wie die genannten geographischen Entdeckungen, ihre Epoche machende Stelle in der Weltgeschichte selbst einnimmt. Die Hauptrollen in diesem weltgeschichtlichen Zeitalter der Astronomie kommen den drei schon genannten Männern zu; in zweiter Linie kommen aber zunächst noch drei andere Männer in Betracht, Tycho Brahe[1]), Galiläi und Huyghens; der erste mit seinem Beobachtungsschatz, den er Kepler als Rohstoff zur Verarbeituug lieferte; Galiläi in mehr als einer Beziehung, theils mit seinen Wahrnehmungen am Himmel, den Früchten des ersten Fernrohrs, theils nach seinem Verhältniß zu Copernicus als Verfechter des neuen Weltsystems, theils endlich nach seinem Verhältniß zu Newton, als Gründer der Dynamik (oder der mechanischen Bewegungslehre); Huyghens als Galiläi's bedeutendster Nachfolger auf diesem mechanischen Hilfsgebiet (aber auch in

[1]) Eigentlich Tyge Brahe, Herr auf Knudstorp und Huen; gewöhnlich mit dem Vornamen Tycho genannt, oft auch Tycho de Brahe; Kepler nennt ihn ebenso häufig bloß Braheus als Tycho.

teleſcopiſchen Entdeckungen am Himmel) und als nächſter Vorgänger Newtons. Ziehen wir aber den Kreis der Betheiligten weiter, ſo erſcheinen noch viele klangreiche Namen, deren Bedeutung wir gelegentlich kennen lernen werden, von den erſten Begründern der aſtronomiſchen Studien in Deutſchland im 15. Jahrhundert, Purbach und ſeinem noch berühmteren Schüler Regiomontan[2]), bis zu Newtons Landsleuten und ſelbſt Rivalen in der Entdeckung der Gravitation, unter welchen wiederum Halley, der erſte Kometenberechner, der berühmteſte iſt, und welche mit Newton ſelbſt noch in's 18. Jahrhundert hineinragen.

So bekannt nun die an die Hauptnamen ſich knüpfenden wiſſenſchaftlichen Leiſtungen ſind — denn wer wüßte nicht vom Copernicaniſchen Weltſyſtem, von den Kepler'ſchen Geſetzen, von der Newton'ſchen Gravitationslehre? — ſo große Irrthümer ſind noch immer, theils über das Verhältniß der drei Männer zu einander ſowie zu ihren Gehilfen verbreitet, theils auch über die in dem Werk eines jeden zu unterſcheidenden Beſtandtheile oder Momente. Es haben nicht nur Naturphiloſophen, ſondern auch Naturkundige, es haben Rechner wie Denker mehr oder weniger ſchief in dieſer Sache geurtheilt. Und nicht nur früher, um die Zeit, als ich mir vor etwa 30 Jahren, bei meinen Studien in den Originalwerken, meine eigene Anſicht über die Leiſtungen jener Männer gebildet hatte, ſondern auch von den neueſten Schriftſtellern über Kepler. Sowohl von Reitlinger[3]), als von Deinhardt wird Copernicus entſchieden unterſchätzt, und der letztere geht unter allen mir bekannt gewordenen Schriftſtellern am weiteſten, um Newton faſt ganz in

---

[2]) D. h. Johann Müller aus Königsberg in Franken, deſſen Niederlaſſung in Nürnberg Apelt ein vaterländiſches, ja weltgeſchichtliches Ereigniß nennt.

[3]) Johannes Kepler von Reitlinger, Neumann und Gruner. Erſter Theil 1868.

Kepler aufgehen zu lassen[4]). Wenn aber irgendwo, so ist bei einer so complicirten weltgeschichtlichen Entwicklung die scharfe Einsicht in ihre Momente vom wesentlichsten Belang, und wiederum ist diese Einsicht, wenn irgendwo, so gerade hier, im höchsten Grad belohnend durch das herrliche Bild vom Ineinandergreifen geistiger Kräfte, welches sie darbietet.

Dieses Bild zu entfalten, ist der Hauptzweck dieser Einleitung, keineswegs aber eine vollständige Geschichte der Astronomie in dem genannten Zeitraum[5]). Habe ich im Vorhergehenden schon das Verhältniß der Hauptrollen zu den Nebenrollen vorläufig angedeutet, so stelle ich hier sogleich in derselben vorläufigen Zusammenfassung jene Ansicht von den Hauptrollen selbst auf, welche von selbst zur richtigen Beur-

---

[4]) Deinhardt kleine Schriften, herausgegeben von H. Schmidt 1869; darin zwei Vorträge über Kepler, wovon der erste „Kepler's Leben und Charakter" sehr lesenswerth ist, der zweite aber „Kepler als Reformator der Astronomie" so viele und große Fehler in sachlicher und geschichtlicher Hinsicht enthält, daß der Verfasser nicht zu den Sachverständigen gerechnet werden darf. Er meint nicht nur, Kepler habe die Bewegungen der Planeten auf die Anziehungskraft der Sonne zurückgeführt und daher Newton nur noch die Lehre von den Störungen überlassen, sondern auch, Kepler habe seine erste Hypothese von den fünf regulären Körpern verlassen, nachdem er gefunden, daß die Entfernungen der Planeten gemäß den Tychonischen Beobachtungen damit nicht übereinstimmen. Er meint, Copernicus habe an die Stelle des scheinbaren jährlichen Umlaufs der Sonne von Westen nach Osten den wirklichen Umlauf der Erde in der entgegengesetzten Richtung gesetzt; er meint, der Unterschied zwischen der größten und kleinsten Entfernung der Erde von der Sonne betrage 2 Millionen Meilen und die „erste Ungleichheit" der alten Astronomie beziehe sich auf die Aenderung der Entfernungen, die „zweite" auf die Aenderung der Geschwindigkeiten u. s. w.

[5]) In dieser Hinsicht verweise ich auf Apelt „die Reformation der Sternkunde" 1852, wo der Zeitraum von Nikolaus von Cusa bis auf Kepler, und auf Frisch „Opera Kepleri", wo im letzten Bande der Zeitraum von der Publication des Werkes von Copernicus (de Revolutionibus etc.) 1543 bis zu Keplers Erstlingswerk 1597 eingehend behandelt wird.

theilung des Ganzen führt und, soweit sie bekannt geworden ist, des entschiedenen Beifalls der Sachverständigen sich erfreut hat[6]).

Das Werk eines jeden von diesen Männern, welche die drei Hauptstadien oder Hauptschritte bezeichnen, zerfällt nämlich wesentlich in zwei Theile oder Momente, und zwar in der Art, daß der eine Theil in einer, sei es Berichtigung oder Vereinfachung oder Verallgemeinerung der vorhandenen Theorie besteht, zwischen den Grenzen einer bloßen Folgerung aus derselben und ihrer gänzlichen Aufhebung; daß dagegen der andere Theil eine durchaus neue und ursprüngliche Wahrnehmung des Genius ist. Das erste Moment ist bei Copernicus die Beziehung der Planetenläufe auf die Sonne oder die heliocentrische Theorie als eine Vereinfachung der alten Epicykeltheorie; bei Kepler die in seinen beiden ersten Gesetzen enthaltene elliptische Theorie als eine so radicale Berichtigung der alten Theorie von den excentrischen Kreisen, daß sie einer gänzlichen Aufhebung des Alten gleicht; bei Newton das formelle Gesetz der Centralbewegung, auf welches er die Keplerschen Gesetze zurückführte, was also eine Verallgemeinerung der vorhandenen Theorie war. Das andere Moment aber, das ursprünglich Neue, ist bei Copernicus die Bewegung der Erde unter den Planeten; bei Kepler die in seinem dritten Gesetz enthaltene Beziehung zwischen den verschiedenen Pla-

---

[6]) Ich habe diese Ansicht erstmals ausgesprochen in dem schon im Vorwort erwähnten Herbstprogramm des Stuttgarter Gymnasiums von 1841. Eine kurze Recension in den neuen Jahrbüchern von Seebode (33. Band 1841) von dem nachmaligen Professor der Mathematik und Astronomie in Tübingen, Dr. Jul. Zech, sagt unter anderem darüber: „Es wird hier die weltgeschichtliche Bedeutung Keplers aufgezeigt und sein Verhältniß sowohl zu Copernicus als auch zu Newton untersucht. Hier trennt und scheidet der Verfasser mit bewunderungswürdiger Klarheit und Schärfe und theilt jedem zu was ihm gebührt".

netenbahnen oder das Systemgesetz; bei Newton die Gravitation oder die allgemeine Schwere. Diese Wahrnehmungen wirkten aber auch wie Gedankenblitze. Die Lehre von der Bewegung der Erde brachte die halbe Welt in Aufregung und wurde verketzert. Die beiden andern Wahrheiten kamen unter der höchsten Aufregung ihrer Entdecker zur Welt, welche darin ihre Lebensaufgabe gelöst und ihre geheimste Sehnsucht gestillt sahen.

Da im Hauptttheil dieser Schrift mit Keplers Leben und Wirken auch seine Studien und Leistungen zu eingehender Betrachtung kommen, so wird sich die Einleitung bei ihm auf das beschränken, was zum Verständniß seiner Stellung in der Mitte der ganzen Entwicklung unumgänglich ist. Da aber die ersten Theile in seinem Werk sowohl als in dem des Copernicus auf die vorhandenen Theorien der alten Astronomie sich beziehen, ja aus ihnen sich herauswickeln, so ist hierüber einiges voranzuschicken, ehe wir näher auf die Auseinandersetzung unserer These eingehen. Die obersten Grundsätze und Gesichtspunkte sind diese: 1) die Erde ruht im Mittelpunkt der Welt, und um sie erfolgen zuletzt, mittelbar oder unmittelbar, alle himmlischen Bewegungen; 2) alle Ortsveränderungen der Gestirne beruhen zuletzt auf gleichförmigen und kreisförmigen Bewegungen; 3) nach physischen Ursachen wird gar nicht gefragt, höchstens daß an die Stelle der Kräfte die festen Sphären oder die „Firmamente" treten. Diese Sätze galten bis auf unsere großen Männer als Axiome schlechthin. Alle Abweichungen, welche man bei den Bewegungen der Himmelskörper von jener höchsten Regelmäßigkeit wahrnahm und „Ungleichheiten" nannte, mußten durch geometrische Constructionen auf gleichförmige Kreisbewegungen zurückgeführt werden. Dies geschah durch die excentrischen Kreise und durch die Epicykel, von welchen sofort mehr die Rede sein wird, und wirklich gelang es den beiden großen Astronomen des Alterthums zu Alexandrien, Hipparch (im zweiten

Jahrhundert vor Christus) und Ptolemäus (300 Jahre später), alle jene Ungleichheiten, soweit sie ihnen bekannt waren, theils durch Annahme besonderer Punkte innerhalb der Kreise, theils durch Verbindungen von Kreisen geometrisch darzustellen, dergestalt, daß die darauf gegründeten Vorausberechnungen mit den freilich noch sehr ungenauen Beobachtungen genügend übereinstimmten. Immerhin eine große und scharfsinnige Erfindung, welche eine astronomische Praxis möglich machte! Von solchen Ungleichheiten kannten die Alten hauptsächlich nur zwei, einmal diejenige, welche von der wirklichen Ungleichförmigkeit der Bewegung und von der wirklichen Abweichung der Bahnen von der Kreisgestalt herrührt, und welche auch bei Sonne und Mond vorkommt, wie bereits Hipparch wahrgenommen und zu ihrer Construction oder geometrischen Erklärung den excentrischen Kreis erfunden hatte. Dieß ist die sogenannte erste Ungleichheit. Noch beträchtlicher aber ist die zweite, welche sich unter anderem in den scheinbaren Stillständen und Rückgängen der Planeten zeigt, und davon herrührt, daß die Planeten nicht um die Erde, sondern um die Sonne sich bewegen, und daß die Erde selbst ebenfalls im Umlauf um die Sonne begriffen ist. Diese zweite Ungleichheit ließ sich nur durch die Epicykel beseitigen, um auch die Bewegungen der Planeten auf mittelbare Kreisbewegungen um die Erde zurückzuführen, wie Ptolemäus in seinem „Almageſt", einem Lehrbuch, welches bis auf Copernicus die Rolle astronomischer Pandecten gespielt hat, gezeigt und noch eine dritte nur beim Mond vorkommende Ungleichheit, die sogenannte „Evection", hinzugefügt hat, welche zu einem neuen Epicykel führte, während sie in der That (nebst vielen anderen) von dem störenden Einfluß der Sonne auf den Mondlauf herrührt.

So setzte also die alte Astronomie die himmlischen Bewegungen aus Kreisen über Kreisen und aus Umläufen um eingebildete, rein geometrische Punkte zusammen. Das ganze

Weltall aber, das man sich nur als begränzt denken konnte, baute man zuletzt aus festen durchsichtigen Sphären (Krystallhimmeln) auf, welche, nur mit gehörigen Zwischenräumen, in einander stecken, wie die Schichten eines Zwiebels, eine Erfindung, die bis auf Eudoxos, einen griechischen Astronomen zu Platons Zeit, zurückgeht und wohl am schreiendsten mit den frei im Weltraum schwebenden Himmelskörpern der neuen Astronomie contrastirt. Auf diesen Sphären ergehen sich der Reihe nach die sieben Planeten (geordnet nach ihren Umlaufszeiten: Mond, Mercur, Venus, Sonne, Mars, Jupiter, Saturn) in ihren verwickelten eigenen Bewegungen, bis zu der äußersten achten, an welcher die Fixsterne feststehen. Diese reißt bei ihrem täglichen Umschwung, der sogenannten ersten und allgemeinen Bewegung („motus primi mobilis"), alle übrigen, die Planetensphären, mit sich fort, und wird selbst durch eine zweite Fixsternsphäre langsam in einem Zeitraum von etwa 25000 Jahren herumgeführt. Durch dieses Sphärenwerk erklärte man einestheils die tägliche Bewegung aller Gestirne, an welchen auch die Planeten Theil nehmen, anderntheils die schon von Hipparch durch Vergleichung seiner eigenen mit den früheſten alexandrinischen Beobachtungen entdeckte allgemeine Verschiebung der Fixsterne (ihre sogenannte „Präcession"), welche in Wirklichkeit ebenfalls auf einer Bewegung der Erde beruht, bei welcher sich ihr Aequator längs ihrer Bahn verschiebt.

Kepler bezieht sich öfters auf die „solidas sphaeras" oder „solidos orbes" und schreibt Tycho das Verdienst zu, deren Nichtigkeit aus den Durchgängen der Kometen aufs gründlichste bewiesen zu haben, indem derselbe aus Beobachtungen auf ihre großen Entfernungen und somit auf ihre Stellungen in den Planetenräumen (anstatt, wie man sonst glaubte, in der Atmosphäre der Erde) schließen konnte. Wurde Tycho wegen der Versetzung der Kometen unter die Himmelskörper angefeindet und selbst verketzert, so legte

Kepler um so größeres Gewicht auf diese Tychonische Entdeckung, wenn er sagt[7]): „Da die festen Sphären nicht vorhanden sind, wie Tycho mittelst der Kometen gezeigt hat, so habe ich gezeigt, daß dagegen der Körper der Sonne die Quelle der Kraft sei, welche die Planeten herumführt.“ Hiermit deutet er an, daß das Gerüste der festen Sphären, wovon man sich mit Rädern und Getrieben ein Modell machen könnte, in der alten Astronomie die Stelle der Naturkräfte vertreten sollte, welche die Weltkörper in ihren Bahnen erhalten.

Kurz, während die neue Astronomie physisch-dynamisch zu Werke geht, bleibt die alte durchaus auf dem geometrisch-phoronomischen Standpunkt stehen. In der „Phoronomie“ nämlich wird die Bewegung als bloße Ortsveränderung im Raum, noch ohne Rücksicht auf Stoff und Kraft, betrachtet. Bei der phoronomischen Betrachtung der himmlischen Bewegungen ist es durchaus gleichgiltig, ob die Erde sich umdreht oder der Weltraum, ob die Erde um die Sonne oder diese um jene umläuft. Im Ptolemäischen System handelt es sich nur darum, die Bewegungen der Himmelskörper mit Geraden und Kreisen geometrisch zu construiren, bloß mit Rücksicht auf die Zeit, aber ohne alle Rücksicht auf Kräfte und Massen. Daher erreichten die alten Astronomen ihren Zweck mit jenen aller Mechanik und Physik hohnsprechenden Epicykeln, und umgekehrt kann man auch die Formeln der neuen Astronomie näherungsweise durch solche Epicykel construiren. Wir betrachten nun die drei Stadien in der Gründung der neuen Astronomie näher.

---

[7]) Einleitung zur Astronomia Nova, Frisch Op. K. III, S. 156. — Tycho vollzog gewissermaaßen an den Kometen, was Chladni zu Ende des vorigen Jahrh. an den Sternschnuppen und Meteoriten.

1. Das Copernicanische Stadium.

Die beiden Momente, welche wir in dem Werk des Copernicus oder in seinem „Weltsystem" unterschieden haben, können wir durch die beiden Sätze ausdrücken: 1) die Planeten bewegen sich um die Sonne als gemeinschaftlichen Mittelpunkt; 2) die Erde ist einer der Planeten. Den ersten Satz nahm auch Tycho an, ließ aber dann die Sonne mit den Planeten als ihren Trabanten um die Erde sich bewegen, wie den Mond, der wirklich Trabant der Erde ist, und ein Theil dieser „heliocentrischen Lehre" war in dem Weltsystem enthalten, welches unter dem Namen des altägyptischen bekannt ist und bloß die beiden unteren Planeten (Mercur und Venus) zu unmittelbaren Trabanten der Sonne macht, bei welchen dieses Trabantenverhältniß besonders auffallend ist, da sie die Sonne beständig als „Abend- und Morgensterne" umschweben. Copernicus selbst führt dieß als Meinung eines gewissen Martianus Capella und einiger anderer lateinischer Schriftsteller an.

In der That war jener erste Satz des Copernicus die wesentliche Vereinfachung der alten epicyklischen Theorie[8]). In dieser Theorie nämlich, wodurch man im ptolemäischen System die zweite Ungleichheit, insonderheit die Stillstände und Rückgänge der Planeten, dem Kreisprincip gemäß, erklärte, war wirklich die Beziehung der Planetenbewegung auf die Sonne versteckter Weise enthalten, ohne welche auch schlechterdings keine Berechnung eines Planetenortes möglich gewesen wäre. Man nahm für jeden Planeten zwei Kreise an; im einen, dem Epicykel (Aufkreis), sollte der Planet selbst, im anderen, dem Deferenten (Grundkreis), sollte alsdann der Mittelpunkt jenes Kreises um die

[8]) Die folgende Darstellung ist fast wörtlich nach dem Programm des Verfassers von 1841, nicht nach Apelts Reformation der Sternkunde (S. 134) von 1852. — Hierbei ist die Figur „Epicykel" zu vergleichen.

Erde sich gleichförmig bewegen, wobei die Geschwindigkeit in dem einen der beiden Kreise dem Umlauf des Planeten, d. h. der Zeit, in welcher er in dieselbe Stellung zu den Fixsternen zurückkehrt, die Geschwindigkeit im anderen Kreis aber dem Umlauf der Sonne entsprechen mußte. So verband mithin die alte Astronomie mit jeder einzelnen Planetenbahn eine Sonnenbahn von unbestimmter Größe, welche überdieß bei den unteren Planeten der Deferent, bei den oberen der Epicykel sein sollte. Copernicus aber schmolz gleichsam alle diese imaginären Sonnenbahnen in die einzige wirkliche Sonnenbahn zusammen, wodurch mit einem Schlage sämmtliche Planetenbahnen in ihrer wirklichen Ordnung vorlagen, welche den Alten bei den unteren Planeten nicht klar werden konnte; denn es war nur willkührlich, wenn Ptolemäus dieselben nach der Dauer der Umlaufszeiten zwischen Mond und Sonne einschaltete.

Indessen führte Copernicus die Sache erst noch nicht vollständig durch, sondern er und Tycho bezogen dennoch, wie Ptolemäus, die Planetenörter nicht auf den wirklichen Sonnenort, sondern auf den mittleren, d. h. auf denjenigen, welchen die Sonne, abgesehen von der ersten Ungleichheit, einnehmen würde, oder, was im Copernicanischen System dasselbe besagt, auf den Mittelpunkt der Erdbahn, nicht auf die seitwärts von demselben (in dem excentrischen Kreis, wovon später) stehende Sonne. Es geschah dieß, um die beiden Ungleichheiten auseinander zu halten und jede für sich in Rechnung zu bringen. Kepler erst, welchem von vornherein die Beziehung der Planetenbewegung zur Sonne nicht nur eine formelle phoronomische, sondern eine materielle physische war, sah schon in seinem ersten Jugendwerk (dem „Mysterium Cosmographicum“ oder „Prodromus“) in der Zugrundelegung des wirklichen Sonnenorts eben so sehr die nothwendige Folge des neuen Weltsystems, als die Forderung der besser damit übereinstimmenden Beobachtungen. Es war dieß sein erster Schritt in der Berichtigung der Theorie, wo-

rin er des Copernicus ersten Satz vervollständigte, worüber er aber auch gleich bei seiner ersten Anwesenheit in Prag mit Tycho in Streit gerathen war.

Copernicus aber war seinerseits bei dem Satz nicht stehen geblieben, daß die Planeten unmittelbar um die Sonne sich bewegen. Daß er sofort das Verhältniß zwischen Erde und Sonne umkehrte und in der Erde einen Planeten, in den Planeten Erden sah, eine gemeinschaftliche Classe von Körpern bildend gegenüber der gänzlich von ihnen verschiedenen Sonne; — daß er eine Menge von kosmischen Bewegungen, die das alte System annehmen mußte (Kepler zählt deren in der vorhin erwähnten Schrift nicht weniger als eilf auf), durch drei Bewegungen der Erde erklärte, indem er im täglichen Auf- und Untergang der Gestirne die Achsendrehung der Erde, im jährlichen Fortrücken der Sonne unter den Sternen, sowie in den Stillständen und Rückgängen der Planeten den Umlauf der Erde um die Sonne, endlich in der langsamen Verschiebung aller Sterne (Präcession) eine allmähliche Verrückung der Erdachse sah[1]); — daß er dem einzigen gewichtigen Einwurf gegen die fortschreitende Bewegung der Erde, welchen namentlich Tycho beständig wiederholte, die Fixsterne müßten dann eine Parallaxe zeigen[2]), mit Bestimmtheit entgegenhielt, gegen ihre

[1]) Diese, eine Drehung um die Senkrechte zur Erdbahn, geht so langsam vor sich, daß die Achse in einem Jahr nur um $^1/_{72}$ Grad sich verschiebt und daher nahezu sich parallel bleibt, ein Umstand, worauf bekanntlich der Wechsel der Jahreszeiten beruht. Hierbei hatte übrigens Copernicus einen kleinen Mißgriff begangen (so daß er eigentlich noch eine vierte Bewegung der Erde brauchte), welcher wiederum von Kepler verbessert, übrigens der Kürze wegen als ein Nebenumstand oben ignorirt worden ist (vgl. Frisch Opera Kepleri VIII, Seite 567 und 582).

[2]) Unter Parallaxe versteht man überhaupt die Veränderung in der Lage eines fernen Gegenstandes, welche nur von einer Veränderung im Standpunkt des Beobachters herrührt. Jener Einwurf besagt also, daß ein Fixstern nicht an demselben Punkt des Himmels er-

Entfernung ſei, was ſchon Ptolemäus von der Erdkugel behauptet hatte, eben auch die ganze Erdbahn mit ihrem bei weitem größeren Durchmeſſer ſo gut wie ein bloßer Punkt (eine Erwiederung, welche durch alle bisherigen Beobachtungen beſtätigt worden iſt), daß er alſo zugleich mit der Orientirung der Erde im Weltall den Maßſtab für die Entfernungen im Weltall um das Myriadenfache vergrößerte: — dieſer reiche Gehalt ſeines zweiten Satzes war keine bloße Verbeſſerung des Vorhandenen, ſondern eine neue Schöpfung und völlige Umkehrung der alten Weltanſicht, die originelle Lebensidee des Copernicus.

So wenig nun Copernicus in der Theorie der Umläufe der Erde und der übrigen Planeten um die Sonne über den phoronomiſchen Standpunkt der alten Aſtronomie ſich erhoben hatte: ſo war doch eben die Erhebung der Sonne zum Centrum einer Körperwelt, welcher auch unſere Erde angehört, ein Schritt über jenen Standpunkt hinaus und ein erſter Schritt zur phyſiſchen Aſtronomie. Denn es war damit wenigſtens einmal das wirkliche phyſiſche Centrum des ganzen Syſtems nachgewieſen; auf der anderen Seite aber verlangte der phoronomiſche Standpunkt nur den erſten, nicht aber zugleich den zweiten Satz, und der praktiſche Aſtronom der damaligen Zeit mußte zwar jenen, aber nicht dieſen annehmen, wie aus Tycho's Verhalten ſchla-

---

ſcheinen könnte, wenn er im Januar und wieder im Juli, alſo von zwei Standpunkten aus beobachtet werde, welche vermöge des Umlaufes der Erde um die Sonne um den Durchmeſſer der Erdbahn, d. h. um beiläufig 40 Millionen Meilen oder mehr als 23000 Erddurchmeſſer, von einander entfernt ſind. — Umgekehrt iſt jede wirklich gemeſſene Fixſternparallaxe ein thatſächlicher Beweis für den Umlauf der Erde um die Sonne; ſeit 1838 ſind aber mehrere auf indirectem Wege ermittelt worden, die erſte durch Beſſel; indeſſen war ſchon um die Mitte des vorigen Jahrhunderts durch Bradley ein ſolcher thatſächlicher Nachweis geliefert worden in der ſogenannten „Aberration" des Lichts, vermöge deren jeder Fixſtern jährlich gleichſam ein Miniaturbild der Erdbahn am Himmel abzeichnet.

gend hervorgeht. Sein System genügt dem phoronomischen Standpunkt so gut wie das copernicanische, ist aber eine physische Monstrosität, vergleichbar einer Verfassung Deutschlands, wonach Bayern, Sachsen u. s. w. Vasallen von Preußen, Preußen aber (sammt jenen seinen Vasallen) Vasall von Mecklenburg wäre.

Niedergelegt hat Copernicus seine Lehre in den sechs Büchern „de Revolutionibus orbium coelestium", einem der ausgefeiltesten Werke, welche geschrieben worden sind. Es erschien erst in seines Verfassers Todesjahr 1543, obwohl derselbe schon seit 1507 im Besitz seines Grundgedankens und seit 1530 in dem des ausgeführten Systems war. Es werden darin auch die damals noch ganz neuen geographischen Entdeckungen und Weltreisen benützt, welche den erfahrungsmäßigen Beweis dafür lieferten, daß die Erde ein frei im Raum schwebender Körper, also wohl auch in Bewegung begriffen sei. Ohne Zweifel hat die große geographische Epoche, welche Copernicus frisch erlebte, wenigstens eben so sehr sein Nachdenken über diesen Punkt geleitet, als die Stellen der Alten, in welchen von „einer Bewegung der Erde" die Rede ist, und welche er selbst in der an den Papst Paul III. gerichteten Vorrede seines Werks als Gelegenheitsursachen und Anhaltspunkte für sein Nachdenken anführt. Denn er, der Domherr zu Frauenburg, suchte damit hauptsächlich den Schein gefährlicher Neuerung von sich abzuwälzen und war daher geneigt, in solchen Stellen der Alten mehr zu finden, als eigentlich darin lag.

Die Stellen der Alten, welche Copernicus anführt, beziehen sich übrigens nur auf die Achsendrehung der Erde; so vornehmlich das, was Cicero[3]) über den Niketas

[3]) Im vierten Buch der „Quaestiones Academicae"; „Niketas von Syrakus läßt, wie Theophrast sagt, Himmel, Sonne, Mond und Sterne, überhaupt Alles, was oben ist, feststehen, während Nichts in der Welt außer der Erde in Bewegung sei; denn indem diese mit ausnehmender Geschwindigkeit um eine Achse sich umdrehe, werde durch-

(richtiger Hiketas) von Syrakus berichtet, einen Pythagoräer c. 400 vor Chriſtus. Aber auch die von Plutarch berichtete Lehre des Philolaus, gleichfalls eines Pythagoräers um 450 vor Chriſtus, iſt nur auf die tägliche Bewegung zu beziehen, wie Böckh mit philologiſcher Gelehrſamkeit nachgewieſen hat, und nicht auf den Umlauf um die Sonne, wie Copernicus ſelbſt, wie es ſcheint, und jedenfalls Kepler dieſe Stelle auffaßt[4]). Aber ſelbſt ohne den gelehrten Nachweis würde ſchon die bloße Vergleichung der pythagoräiſchen Lehre zeigen, daß ſie auf einem ganz anderen Boden ſteht als das copernicaniſche Weltſyſtem. Denn nach jener Lehre nimmt das heilige Feuer oder der Heerd der Heſtia (Veſta) die Weltmitte ein, und die Anzahl der um daſſelbe kreiſenden Dinge iſt die heilige Zehnzahl, nämlich eine Erde und, dem Centralfeuer zunächſt, eine „Gegenerde" (d. h. die als getrennter Körper gedachte Antipodenhalbkugel), dann die ſieben eigentlichen Planeten (d. h. Mond, Sonne und die fünf Sterne), endlich der Fixſternhimmel.

---

aus dieſelbe Wirkung hervorgebracht, wie wenn bei ruhender Erde der Himmel ſich bewegen würde". — So beſtimmt hier eine wirkliche Achſendrehung der Erde an die Stelle der ſcheinbaren Achſendrehung des Himmels geſetzt wird, ſo einſeitig wird die Vertheilung von Ruhe und Bewegung lediglich auf die tägliche Umdrehung bezogen, unter Ignorirung aller anderen Bewegungen, ſelbſt derjenigen des Mondes.

[4]) Sie heißt: „Während die Anderen die Erde ruhen laſſen, läßt ſie der Pythagoräer Philolaus in einem ſchiefen Kreis um das Feuer herumlaufen, in demſelben Sinne, wie Sonne und Mond". Hieraus geht aber unmittelbar hervor, daß das „Feuer" nicht die Sonne iſt; Böckh aber hat in ſeiner Schrift über Philolaus (1819) gezeigt, daß der „ſchiefe Kreis" nur der Aequator ſein könne; vgl. Apelt Epochen der Geſchichte der Menſchheit I. S. 231. — Kepler handelt über Philolaus und die Pythagoräer überhaupt in der „Apologia Tychonis contra Ursum" (vgl. Friſch Op. Kepl. I, S. 250) und widerlegt in deren drittem Capitel die Meinung, Apollonius von Perga habe ein aſtronomiſches Syſtem, ähnlich dem Tychoniſchen, aufgeſtellt, worüber auch Humboldt im zweiten Band des Kosmos ſich ausläßt, ohne die erſt durch Friſch bekannt gewordene Kepler'ſche Schrift zu kennen.

Merkwürdig aber ist es, daß Copernicus den, wie es scheint, einzigen Griechen, welcher wirklich und nach zuverlässiger Nachricht den Umlauf der Erde um die Sonne behauptet hat, in dieser Hinsicht nicht erwähnt, obgleich es nach Obigem in seinem Interesse gewesen wäre[5]), während in Keplers Schriften wiederholt von ihm, als Vorläufer des Copernicus, die Rede ist. Es ist Aristarch von Samos um 280 vor Christus, von welchem Archimedes in seiner „Sandrechnuug" berichtet, er lasse die Sonne und die Fixsternsphäre ruhen, die Erde aber in einem Kreis um die Sonne sich bewegen, und schreibe der mit der Sonne concentrischen Fixsternsphäre eine solche Größe zu, daß sie zur Erdbahn sich verhalte, wie diese zu ihrem Mittelpunkt. Hiermit hat also Aristarch, zugleich mit dem Umlauf der Erde um die Sonne, dessen nothwendige Consequenz von der Unermeßlichkeit der Fixsternwelt in Vergleich mit der Erdbahn ausgesprochen[6]).

---

[5]) In der schon erwähnten Vorrede sagt Copernicus, er habe sich, unbefriedigt von der gangbaren Astronomie, die Mühe genommen, die Schriften aller Philosophen, deren er habhaft werden konnte, zu lesen, um zu erforschen, ob keiner an andere Bewegungen der Sphären gedacht habe, als diejenigen, welche gemeinhin in den Schulen der Mathematiker gelehrt würden. Hierauf nennt er seine Fünde (den Niketas und Philolaus u. a.) und fährt fort, diese hätten ihn veranlaßt, auch seinerseits über die Möglichkeit nachzudenken, daß die Erde in Bewegung sei. — Apelt (Epochen I, S. 234) sucht zu beweisen, daß Copernicus den Aristarch nicht gekannt habe; die Stellen bei Plutarch und bei Sextus Empiricus, wo davon die Rede sei, scheinen seiner Aufmerksamkeit entgangen zu sein, die erste Ausgabe der Werke des Archimedes aber, wo die Hauptstelle steht, sei erst ein Jahr nach Copernicus Tode herausgekommen; vgl. dagegen Humboldt im zweiten Band des Kosmos, wo auch ein Seleukus der Babylonier, der kurz vor Christus lebte, dem Aristarch an die Seite gesetzt wird.

[6]) So ist die Sache ohne Zweifel aufzufassen, also in demselben Sinne, in welchem Copernicus sagt, die Entfernung der Erde von der Sonne komme gegen die Unermeßlichkeit der Fixsterne gar nicht

Wie steht es aber nun mit der Originalität des Copernicanischen Systems? Wir antworten zunächst mit zwei herrlichen Aussprüchen unseres Kepler. Der eine steht in der Apologie Tycho's[7]: „Copernicus hat durch seine Entdeckungen bewirkt, daß wir verstehen konnten, was Aristoteles und Plutarch von den Pythagoräern, und was Archimedes von Aristarch berichtet." Der andere heißt: „Mit dem Wiederaufleben der Wissenschaften in Deutschland auferstand auch Aristarch, nicht aus dieser dürren Stoppel seines Namens, sondern aus dem unvergänglichen Samen der Wahrheit selbst, welche dem Copernicus sein geistiges Auge ebenso erschloß, wie einst dem Aristarch, jedem ohne Muster und Vorgang"[8]. Hält der zweite Ausspruch die Originalität des Copernicus aufrecht, so deutet der erste an, wie hoch über der bloßen Idee einer Sache der ausgeführte Nachweis steht. Und hieran anknüpfend fügen wir hinzu, daß, trotz der genialen Idee des Aristarch, von dem Kern der neuen Lehre im Alterthum nichts zu finden ist, davon nämlich, daß die Erde ein Weltkörper unter Weltkörpern, ein Planet unter Planeten ist. Dadurch daß Aristarch die Planeten und ihre

in Betracht (De Revol. III, 15). In aller Strenge ist der Wortlaut der Proportion freilich absurd, wie Archimed bemerkt und die Proportion dahin verbessert: wie die Erde zu der Sphäre der Erdbahn, so diese zur Fixsternsphäre. — Archimed selbst erklärt sich weder für noch gegen Aristarch, er benutzte die „Aristarchische Fixsternsphäre" nur als einen möglichst großen Körperraum für seine „Berechnung der Zahl des Sandes". Gegenüber der damals wie heute üblichen populären Meinung von der Unzählbarkeit des Sandes am Meer will der große Mathematiker zeigen, daß die Menge der Sandkörner in dem größten Körperraum, dessen Idee bisher ein Mensch aufgestellt hat, noch durch eine endliche Zahl ausgedrückt werden könne, indem er diese Zahl oder vielmehr eine Zahl ausrechnet, welche noch größer ist.

[7]) Frisch, Op. Kepl. I. S. 250.

[8]) In einem Brief an D. Fabricius 1608, Frisch III, S. 462. Die letzten Worte „utrique sine exemplo" deuten noch sicherer, als was Apelt beibringt (s. Note 5), darauf hin, daß Copernicus in der That von obigem Satz des Aristarch nichts wußte.

Beziehung zur Sonne ignorirt, verliert seine Idee an Bedeutung, weil der zweite Satz des Copernicus den ersten zur Voraussetzung haben muß, wenn er zu einem Weltsystem führen soll. Die volle Lehre, einmal von den verschiedenen Bewegungen der Erde, alsdann vom Umlauf der Erde um die Sonne in Gesellschaft der anderen Planeten, sucht man vergeblich im Alterthum. Kurz Aristarch's Idee vom Umlauf der Erde um die Sonne verhält sich zur Aufstellung des Copernicanischen Systems immer nur erst, wie Cicero's Idee von Lettern zum ersten Buchdruck in Straßburg, oder allerhöchstens wie die normannischen Fahrten nach Grönland zur Entdeckung Amerika's durch Columbus.

Was der in der großen französischen Revolution berühmt gewordene Bailly in seiner Geschichte der Astronomie von einer uralten Verbreitung des richtigen Weltsystems schwindelt, kann heutzutage füglich ignorirt werden. Ebenso aber muß davon Umgang genommen werden, wenn kürzlich Gruppe den Platon zum Urheber des Copernicanischen Systems zu stempeln versucht[9]). Es wird endlich als ein Vorgänger des Copernicus im 15. Jahrhundert der Cardinal Nicolaus de Cusa[10]) genannt, welcher in seiner berühmten Schrift „de docta ignorantia" von einer Bewegung der Erde gesprochen hat. Wenn man aber erfährt, daß nach dem Cusaner sowohl die Erde als auch die Fixsternsphäre in Umdrehung begriffen sein soll[11]), so sieht man, daß man hier, ebenso wie bei den Pythagoräern, auf einem ganz anderen Boden sich befindet, als auf dem, auf welchem sich die Männer des weltgeschichtlichen Zeitalters der Astronomie bewegen.

[9]) Gruppe über die kosmischen Systeme der Alten 1850. Es ist ein Versuch, wie der von A. Stahr, den Tiberius weiß zu brennen, — historische Parodoxien.

[10]) Ursprünglich ein Deutscher, Sohn eines Schiffers Chryffs im trierischen Dorf Cuß an der Mosel, † 1464 in Italien.

[11]) Vgl. Apelt Reformation der Sternkunde S. 21 u. f. und die Schrift von Clemens: Giordano Bruno und Nicolaus de Cusa. 1847.

Eine größere Huldigung konnte dem Copernicus nicht werden, als daß sein noch größerer Nachfolger, Kepler, das Lehrbuch, das er an seinem Lebensabend schrieb, „Epitome Astronomiae Copernicanae“ betitelt hat, obgleich darin weit mehr von des Verfassers Entdeckungen als von denen des Copernicus die Rede sein mußte. Wenige deutsche Astronomen haben, wie Kepler, die Bewegung der Erde offen und ohne Rückhalt vertreten; ja es ist fast nur des Copernicus unmittelbarer Schüler Rheticus (Joachim aus Graubünden) in dieser Hinsicht auszuzeichnen. Wie Tycho Brahe sich zum Copernicanischen System verhielt, haben wir schon gesehen. Während viele „Mathematiker“ schroff am Alten festhielten oder dem Tychonischen System sich zuwandten, waren die meisten Anhänger des Copernicanischen dieß nur insgeheim, weil die Lehre von der Bewegung der Erde damals allen christlichen Religionsparteien als religionswidrig galt; so namentlich selbst der Verfasser der neuen prutenischen[12]) Tafeln, Erasmus Reinhold, und Mästlin, der Lehrer Keplers, durch welchen nicht nur dieser, sondern auch, auf Mästlin's Reise nach Italien, wie man sagt, Galiläi in das Copernicanische System eingeweiht worden ist.

Außer Kepler sind unter den Vertretern des neuen Weltsystems zwei Italiener am berühmtesten geworden, vor Allen aber Galiläi; theils durch die glänzende Art, wie er es theoretisch mit philosophischen und physischen Gründen[13]), praktisch mit seinen großen Entdeckungen am Himmel be-

[12]) D. h. preußische, nach des Copernicus Heimatland; Reinhold gründete nämlich die Tafeln auf die mit Hipparch und Ptolemäus verglichenen Beobachtungen des Copernicus, welchen er den „Atlas der Astronomie“ und einen „zweiten Ptolemäus“ nennt; vgl. Frisch VIII, S. 589.

[13]) Niedergelegt in den Dialogen über die beiden Hauptsysteme, das Ptolemäische und das Copernicanische, 1632; auch „Systema cosmicum“ des Galiläi genannt (in der lateinischen Uebersetzung). Es ist besonders die Theorie der relativen Bewegung, welche darin auftritt; die Kepler'schen Gesetze aber werden nicht erwähnt.

stätigte, welche schon 1610 der „Nuncius sidereus" verkündigt hatte; theils dadurch, daß er es so tragisch vor der Welt vertreten mußte. Denn schon 1614 predigten Dominicaner über den Text (Apostelgeschichte 1, 14): „Viri Galilaei, quid statis adspicientes in coelum?" und 1616 hatte man in Rom das Copernicanische Weltsystem für schriftwidrig und ketzerisch erklärt; während gelehrte Jesuiten, wie der Astronom Riccioli, ganze Heere von copernicanischen und anticopernicanischen Gründen gegen einander marschiren und jene durch die Ueberzahl von diesen (77 gegen 49) schlagen ließen. Kam es bekanntlich bei dem Physiker Galiläi 1633 bis zum Kerker der römischen Inquisition und zur erzwungenen Abschwörung der „Irrlehre" von der Bewegung der Erde: so war schon im Jahr 1600 der Philosoph Giordano Bruno wegen dieser und anderer Ketzereien zu Rom verbrannt worden.

Dieser Bruno hatte, noch vor Galiläi's teleskopischen Wahrnehmungen am Himmel, die Planeten für Erden oder Monde, die Fixsterne für Sonnen erklärt und die Unendlichkeit des Weltalls mit einer unendlichen Menge von Welten behauptet. Obgleich Kepler in seiner „Dissertation mit dem Himmelsboten" jenen ersten Satz des Bruno vermöge der Galiläischen Entdeckungen billigt, so nachdrücklich erklärt er sich doch gegen den andern Satz von der Unendlichkeit der Welt, zeigt aber damit, daß er die Tragweite des ersten nicht vollständig erkannte. Er hielt vielmehr an seiner Dreitheilung der begränzten Welt fest: — Sonne, Planetenräume in der Himmelsluft (Aether) und Fixsternsphäre, — in welcher also der Sonne als festem (nur in Achsendrehung begriffenem) Centrum der Welt die Fixsterne als begränzende Hülle des Weltganzen specifisch gegenüberstehen[14]). Hier war also der Philosoph dem Astronomen in der Ahnung der Wahrheit vorangeeilt.

[14]) Von dieser kosmographischen Ansicht Keplers, wie er sie in seinem Lehrbuch der Astronomie niedergelegt hat, wird später weiter die Rede sein.

Galiläi's Entdeckungen mit dem von ihm selbst verfertigten Fernrohr, durch welche er an und für sich eine hohe Stelle in der Geschichte der Astronomie einnimmt, die Entdeckungen der Mondgebirge und Sonnenflecken[15]; der Planetenscheiben, Venusphasen und Jupitersmonde[16]; zahlloser neuer Fixsterne, der Milchstraßensterne und Nebelflecken[17], — sind fast alle mehr oder minder unmittelbare Anhaltspunkte für das Copernicanische Weltsystem. Denn gaben vor Allem die Jupiterstrabanten die Thatsache an die Hand, daß es Himmelskörper gebe, welche um andere Himmelskörper sich bewegen, gleichsam ein Modell des Sonnensystems, wie Whewell sagt[18]: so zeigten die Venusphasen in den

---

[15]) Diese werden, sammt der daraus erschlossenen Achsendrehung der Sonne, vor Galiläi, welcher sie erst in einer zweiten Schrift von 1612 zur Kenntniß bringt, von Johann Fabricius in einer 1611 erschienenen Schrift aufgestellt, wo er sagt, daß er die Entdeckung in Gemeinschaft mit seinem Vater David Fabricius mit einem holländischen Fernrohr gemacht habe. In Tiaden's „gelehrtem Ostfriesland" wird die Entdeckung ganz dem Vater zugeschrieben, dem mehrjährigen Correspondenten Keplers (vgl. den folgenden Abschnitt).

[16]) Diese will schon 1609 Simon Marius wahrgenommen haben (Mundus Jovialis anno 1609 detectus, 1614) und es fragt sich eigentlich nur ob alle? Galiläi entdeckte drei am 7. Jan. 1610, den vierten am 13. Januar. Marius möchte Galiläi's „Sidera Medicea" „Brandenburgische Gestirne" nennen.

[17]) Es ist der Mühe werth den ganzen etwas marktschreierisch gehaltenen Titel wörtlich herzusetzen: "Sidereus Nuncius, magna longeque admirabilia spectacula pandens suspiciendaque proponens unicuique, praesertim vero philosophis atque astronomis, quae a Galilaeo Galilaeo, Patricio Florentino, Patavini gymnasii publico Mathematico, Perspicilli, nuper a se reperti, beneficio sunt observata in Lunae facie, fixis innumeris, laeteo circulo, stellis nebulosis, apprime vero in quatuor planetis circa Jovis stellam, disparibus intervallis atque periodis, celeritate mirabili circumvolutis, quos, nemini in hunc usque diem cognitos, novissime auctor deprehendit primus atque Medicea Sidera nuncupandos decrevit."

[18]) Erkannte doch selbst der berühmte Baco von Verulam, dieser

Planeten dunkle erdähnliche Körper, welche mit der Erde in dem gemeinschaftlichen Verhältniß des Lichtempfangens zur Sonne und dieser gegenüber stehen, und lieferten die Sterne der Milchstraße einen thatsächlichen Beleg für den ungeheuern Maßstab, welchen man im Copernicanischen System an die Entfernungen im Weltall überhaupt legen muß, einen Beleg nämlich gegenüber jenem Haupteinwurf von der Fixsternparallaxe. Denn nur wegen ihrer enormen Entfernungen sieht das bloße Auge in der Milchstraße nur den verwaschenen Schimmer dieser Sterne, welche es nicht einzeln zu erkennen vermag.

Wenn nun Galiläi auch den Ruhm der einen oder anderen dieser Entdeckungen mit Andern (vgl. Note 15 u. 16) theilen muß; wenn er ferner in der Enträthselung des Saturnsrings (von ihm zwar bemerkt, aber nicht als solcher erkannt), in den Saturnstrabanten und in der ersten Unterscheidung eines Nebelfleckes von einem bloßen Sternhaufen (es war der im Orion) seinen Nachfolgern Huyghens und G. D. Cassini eine wichtige Nachlese hinterlassen hat: so hatte er doch im Ganzen das Feld der neuen teleskopischen Erscheinungen am Himmel in der Art ermessen, daß erst die Riesenfernrohre der neueren Zeit, d. h. von dem ältern Herschel an, ein neues Feld zu erschließen vermochten.

2. Das Kepler'sche Stadium.

Der süddeutsche Zeitgenosse des großen Italieners, der noch größere Kepler, war dazu berufen, den zweiten Hauptschritt in der Reform der Astronomie zu thun und das Werk an dem Punkt fortzuführen, wo der norddeutsche[1]) Beginner

Anticopernicaner, an, daß durch die Jupitersmonde das Trabantenverhältniß der unteren Planeten (Venus und Mercur) zur Sonne indicirt sei.

[1]) „Koppernick's" Geburtsort Thorn liegt im deutschen Theil Westpreußens; aber selbst wenn er ein geborener Pole war, so müßte er der deutschen Astronomie zugerechnet werden, als Schüler

desselben es beim Alten gelassen hatte. Sein wesentliches Werk sind die Gesetze der Planetenbewegung, die drei für immer an seinen Namen gebundenen Gesetze: das Ellipsengesetz, das Flächengesetz und das Systemgesetz; denn mit diesem Namen kann die Beziehung zwischen den Planetenbahnen, welche das dritte Gesetz aufstellt, ebensosehr der Kürze wegen bezeichnet worden, als um zugleich dessen Tragweite zu zeigen, sofern es ein physisches Band zwischen den verschiedenen Bahnen um die Sonne aufstellt, zu welchen daher auch die der Erde nothwendig gehört[2]).

Nach dem schon oben im Eingang bezeichneten Gesichtspunkt haben wir die beiden ersten Gesetze zusammenzufassen und dann können wir Keplers Werk auf folgende zwei Sätze bringen: 1) In jeder Planetenbahn verändert sich der Abstand des Planeten von der Sonne und seine Geschwindigkeit beständig in der Art, daß die Bahn eine Ellipse, in deren einem Brennpunkt die Sonne steht, und daß die Geschwindigkeit um so größer ist, je kleiner der Abstand, was dahin sich ausgleicht, daß die vom Abstand beschriebenen Flächenräume sich verhalten wie die Zeiten. 2) Zwischen den verschiedenen Planetenbahnen des Sonnensystems findet die Beziehung statt, daß die Kubikzahlen der Bahnweiten (oder der mittleren Entfernungen von der Sonne) sich verhalten wie die Quadratzahlen der Umlaufszeiten (oder umgekehrt wie die der mittleren Geschwindigkeiten).

Der erste Satz enthält in der That Alles, was man, außer einigen gegebenen Größen, den „Elementen" jeder einzelnen Planetenbahn, wodurch nämlich, neben der Umlaufszeit, die Lage der Bahnebene, die Lage der Ellipse in derselben, endlich diese selbst nach Größe (mittlere Entfernung)

---

von Purbach und Regiomontan. Ebenso gehört Tycho Brahe, wie Apelt bemerkt, durch seine Studien der deutschen Astronomie an.

[2]) Apelt bemerkt daher treffend, Keplers drittes Gesetz sei der schlagendste Beweis gegen das Tychonische und für das Copernicanische System, welcher in damaliger Zeit aufgestellt werden konnte.

und Form (Excentricität) bestimmt wird: — was man also nöthig hat, um den Lauf jedes Planeten zu berechnen, so daß er mit Beobachtungen von der Genauigkeit der Tychonischen übereinstimmt. Er enthält mit anderen Worten die wahre und vollständige Erklärung der „ersten Ungleichheit", wobei Copernicus der alten Theorie gefolgt war, ja sogar auf die bei der andereu Ungleichheit so gründlich vertriebenen Epicykel sich eingelassen hatte, in welchen das Unphysische der alten Lehre ganz besonders hervortritt. Freilich nöthigten ihn die damaligen Beobachtungen nicht darüber hinaus zu gehen, obwohl er an einigen Punkten das Ungenügende der alten Theorie von der ersten Ungleichheit fühlte.

Die erste Ungleichheit nämlich, welche auch bei der Sonne vorkommt und hier am auffallendsten in der ungleichen Dauer der astronomischen Jahreszeiten sich zeigt, wurde bis auf Kepler damit erklärt und in Rechnung gezogen, daß der Centralkörper (sei es die Erde im alten oder die Sonne im neuen System) nicht im Mittelpunkt des Planetenkreises liege, sondern seitwärts davon oder excentrisch; und daß die gleichförmige Bewegung nicht um den Ort des Centralkörpers, sondern sei es um den Mittelpunkt des Kreises, oder, wo dieß nicht genügte, um einen dritten Punkt innerhalb des Kreises stattfinde, welcher auf der anderen Seite des Mittelpunktes als der Centralkörper liege, den sogenannten Ausgleichungspunkt (punctum aequantis oder aequatorium, vgl. Figur). Hierin besteht die Theorie der excentrischen Kreise. Wenn statt dieser manche Astronomen, wie namentlich Copernicus selbst, auch Epicykel gebrauchten, so ist dieß nur eine geometrische Modification derselben Theorie, eine Modification, welche die Excentricität sozusagen in den Kreisumfang verlegt, während sie der excentrische Kreis im Mittelpunkt anbringt. Copernicus konnte auch die Epicykel zur ersten Ungleichheit um so eher verwenden, als er sie zur zweiten nicht mehr nöthig hatte; ja es ließen sich auch durch Verbindung beider genauere Ergebnisse erzielen, was

eben Copernicus auf mehrfache Art versuchte[3]). Indessen sind die Ellipsen allerdings mehr versteckt in den Epicykeln als in den excentrischen Kreisen.

Diese Theorie war nun eben der Punkt der vorhandenen Astronomie, in deren Berichtigung der erste Theil von Keplers Werk besteht, eine Berichtigung, welche einer gänzlichen Aufhebung des Alten, einer Umkehrung ins Gegentheil sich nähert. Denn an die Stelle der Kreisbahnen mit lauter gleichen Durchmessern setzt er elliptische Ovale, deren Durchmesser von einem größten bis zu einem kleinsten stetig sich ändern, und an die Stelle der gleichförmigen Bewegung setzt er eine ungleichförmige, deren Geschwindigkeit ebenfalls in stetiger Aenderung von einer größten bis zu einer kleinsten begriffen ist. Dabei gleicht sich alsdann, was der physische Kern der elliptischen Theorie ist, die Ungleichheit der Abstände von der Sonne mit der Ungleichheit der Geschwindigkeiten zu der sich gleichbleibenden „Flächengeschwindigkeit“[4]), d. h. dahin aus, daß die elliptischen Sectoren oder die dreieckigen Flächenräume zwischen zwei Abständen und dem elliptischen Bogen in gleichen Zeiten gleich werden, indem sie in der Sonnenferne, wo mit dem größten Abstand die kleinste Geschwindigkeit verbunden ist, länger aber um so schmäler, in der Sonnennähe dagegen, wo mit dem kleinsten Abstand die größte Geschwindigkeit stattfindet, kürzer aber um so breiter ausfallen (vgl. Figur).

Allein immerhin dürfen wir bloß sagen „sich nähert“;

[3]) Hierauf, auf die Excentro-Epicykel, Epicykel-Epicykel, Excentro-Excentren, näher einzugehen, ist hier sowenig der Ort, als auf die „Librationen in der Breite“, welche die vorkeplerische Astronomie nöthig hatte, vgl. Frisch Opera Kepleri VIII. S. 568 u. ff. — Uebrigens sind die Epicykel, welche Copernicus zur Umschreibung der Excentricität gebrauchte, wohl zu unterscheiden von denjenigen, welche er verbannt hatte, deren monströser Zweck war, alle Planetenbewegungen als Bewegungen um die Erde aufzufassen.

[4]) Mittelst dieses Ausdruckes lautet Kepler's zweites Gesetz ganz kurz so: jeder Planet hat eine constante Flächengeschwindigkeit.

denn wenn wir die Bewegung der Planeten nach der alten Theorie von dem Centralkörper selbst aus betrachten, so liegen in derselben wirklich die Grundzüge der elliptischen angedeutet, d. h. ungleiche Abstände und ungleiche Geschwindigkeiten, so daß das Größte von diesen mit dem Kleinsten von jenen zusammentrifft und umgekehrt. Man hatte eigentlich den Grundsatz von der gleichförmigen Kreisbewegung bereits verlassen; man hatte die Abhängigkeit der Geschwindigkeit von der Entfernung erkannt, aber ohne es sich zu gestehen, und suchte daher doch noch für gleiche Zeiten gleiche Winkel und Bogen nachzuweisen, anstatt die Ausgleichung in etwas anderem zu suchen, nämlich, was Kepler enthüllte, in den Sectoren. Man hatte den Mittelpunkt des Kreises zerstört, aber den Umfang stehen lassen; der Mittelpunkt war sozusagen in drei Punkte aufgelöst, in zwei eingebildete oder bloß geometrische Mittelpunkte, den einen (den Kreismittelpunkt) für die gleichen Abstände, den anderen (den Aequanten) für die gleichförmige Bewegung, und in einen dritten physischen Punkt, welchen der Centralkörper selbst einnimmt, aber nur um die Rolle des fünften Rades am Wagen zu spielen. In diesen drei Punkten des excentrischen Kreises waren die drei Punkte der Ellipse gleichsam maskirt vorhanden, ihr Mittelpunkt und die beiden Brennpunkte, in welchen Kepler die Kreise und gleichförmigen Bewegnngen mit ihrer ganzen „Vollkommenheit" vollends verflüchtigte.

Zu diesem in der elliptischen Theorie erreichten Ziel drängten ihn die Tychonischen Beobachtungen hin, welche er vor sich hatte, Beobachtungen, wie sie noch nie zuvor angestellt worden waren; aber er behandelte sie auch auf eine Art, wie noch nie Beobachtungen behandelt worden waren, und im Hintergrund leitete ihn ein origineller Grundgedanke von Ebenmaß, Gesetzmäßigkeit und Naturzusammenhang, welchen er schon in seinem Erstlingswerk von 1596 ausgesprochen hatte, und vermöge dessen er von vorn herein auf die Beziehung zwischen den Entfernungen und Geschwin-

digkeiten, als auf etwas Wesentliches und Physisches, aufmerksam geworden war. Den langen Weg, welchen Kepler zu durchlaufen hatte, um mit den Beobachtungen der Sonne und des Mars, was eine sehr glückliche Wahl war, die alte Kreistheorie Schritt für Schritt in die elliptische umzusetzen, hat er in seiner „Neuen Astronomie" oder in den „Commentarien über den Mars" 1609 dargelegt. Wir werden später darauf zurückkommen, um in Keplers Marswerk eines der größten geometrischen Meisterstücke zu bewundern, welches je ein Mathematiker mit noch unvollkommenen Mitteln der Rechnung ausgeführt hat.

Wenn Tycho Brahe seinerseits das wesentliche Verdienst hat, neue vollkommenere astronomische Meßinstrumente erfunden und mit denselben eine lange Reihe planmäßiger, die früheren an Genauigkeit so wesentlich übertreffender Beobachtungen angestellt zu haben, daß denselben die alte Kreistheorie nicht mehr, wie den früheren, genügen konnte; wenn er mit einem Wort in der astronomischen Beobachtung oder in der praktischen Astronomie Epoche macht, und zwar eine der größten: so gleicht doch seine Stellung im Reiche des Geistes gegenüber von Kepler der eines bloßen Bauführers gegenüber dem Baumeister. Und wenn man ihm seine hartnäckige Gegnerschaft gegen die Lehre von der Bewegung der Erde, auf den Mangel der Fixsternparallaxen hin, zu Gute halten kann, von welchen er, der große Beobachter, mehr als Andere erwarten konnte, daß sie sich ihm hätten zeigen sollen: so hat er dagegen aus demselben Parallaxenmangel bei den Kometen um so richtiger auf deren kosmische Natur und auf die Nichtigkeit des alten Sphärenwerks geschlossen, wie wir schon wissen.

Tycho's Messungen waren noch ohne Fernrohr bewerkstelligt, und es dauerte überhaupt noch lange nach dessen Erfindung, bis durch seine Verbindung mit den astronomischen Meßinstrumenten die Beobachtungskunst einen neuen

großen Aufschwung nahm[5]), zu welchem indessen nicht minder die Vervollkommnung der Zeitmessung durch die von Huyghens erfundene Pendeluhr beigetragen hat, die zuerst Flamsteed, der erste Astronom an der 1675 gegründeten Greenwicher Sternwarte, unter die astronomischen Instrumente einführte. Anderseits verhält sich Tycho mit seinen Beobachtungen zu Galiläi mit seinen teleskopischen Entdeckungen am Himmel, etwa wie Bradley, mit welchem, um die Mitte des vorigen Jahrhunderts, die astronomische Beobachtung zur höchsten Stufe aufzusteigen begann, zu W. Herschel, welcher mit dem ersten Riesenfernrohr neue Erscheinungen und Gebilde am Himmel zum Vorschein gebracht hat.

Der Tychonische Beobachtungsschatz umfaßte etwa 1000 Fixsternörter, sowie Planeten- und auch Kometen-Beobachtungen aus einem Zeitraum von beiläufig 30 Jahren, niedergelegt in 24 geschriebenen Folianten. Sie waren hauptsächlich zu Stande gekommen auf der (jetzt gänzlich verschwundenen) welthistorischen Sternwarte seines Schlosses Uranienburg, welche Tycho, nach seiner Rückkehr aus Deutschland und Italien in Keplers Geburtsjahr 1571, auf der Insel Huen (Hveen) im Sund, einer Schenkung des dänischen Königs, aus eigenen und Staatsmitteln gegründet und ausgerüstet hatte. Sie kamen daselbst von 1571—1597 zu Stande, im Verein mit einer beträchtlichen Anzahl von Schülern und Gehilfen, welche der große dänische Astronom um sich versammelt hatte, bis er, einige Jahre nach dem Tode seines Gönners Friedrich II, die Uranienburg räumen mußte und 1597 von Kaiser Rudolf II nach Prag berufen wurde, wo er sofort die kaiserliche Sternwarte auf dem Hradschin

---

[5]) Obwohl schon 1634 der französische Astronom Morin jene Verbindung erstmals ins Werk gesetzt hatte, beobachtete doch noch Picard (1667) und Hevel (1679) mit bloßen „Dioptern" an dem Tychonischen „Mauerquadranten".

nach dem Muſter der Uranienburg einzurichten begann. Für die Zeit nach Tycho's Tode 1601 benutzte Kepler auch die eigenen an dieſer Sternwarte angeſtellten Beobachtungen, ſowie die des oſtfrieſiſchen Pfarrers David Fabricius, welche ihm dieſer Schüler und Anhänger Tycho's in mehrjährigem Briefwechſel mittheilte.

Was waren aber dieſe Beobachtungen, welche unſerem Kepler als das gegebene Material vorlagen? Eine Menge einzelner Angaben über die Stellungen der Sonne und der Planeten in Beziehung auf den Aequator und auf die Ekliptik[6]), oder, wie man kurzweg ſagt, eine Menge einzelner Planetenörter aus einem langen Zeitraum. Dieſe Planetenörter forderten die elliptiſche Theorie, um, mit Zugrundelegung einiger wenigen, alle übrigen in Vergangenheit und Zukunft berechnen zu können. Aber welch' eine Kluft zwiſchen jenen Beobachtungszahlen und den ſie zu einem geometriſchen Ganzen verbindenden Geſetzen, zwiſchen jenem abſtract Einzelnen und dieſem concret Allgemeinen? Ungefähr wie, nach Käſtners berühmtem Gleichniß, zwiſchen dem Marmorblock und dem olympiſchen Zeus!

Wenn Apelt[7]) jenen David Fabricius einen Ri-

---

[6]) z. B. (Astronomia Nova III, 22; Friſch Op. K. III, S. 271): „Im Jahr 1591 am 22. Januar um 7 Uhr Morgens ſtand Mars von Spica (Stern erſter Größe) in der Jungfrau ab um 34° 32′ 45″, mit einer ſüdlichen Abweichung von 17° 25′ (vom Aequator), in einer Höhe von 16° (über dem Horizont); die Abweichung betrug daher nach der gehörigen Correction 17° 30′, die Geradaufſteigung mithin 230° 23′ 12″, die Länge 22° 33′ im Zeichen der Jungfrau, und die Breite 1° 0′ 30″ nördlich." So pflegten damals die Aſtronomen die unmittelbaren Angaben ihrer auf die Planeten gerichteten Meßwerkzeuge bis zu den „Längen und Breiten" zu verfolgen, worin bereits viel Rechnung ſteckt, die auf ſphäriſcher Trigonometrie beruht und auf einem ebenfalls aus Beobachtungen hervorgegangenen Verzeichniß von Fixſternen nach deren Stellung zum Aequator und zur Ekliptik.

[7]) „Reformation der Sternkunde" 1852, deren zweiter Theil ganz dem Verhältniß von Kepler und D. Fabricius und deren aus

valen Keplers in der Entdeckung der elliptischen Theorie nennt und sein Verhältniß zu Kepler mit dem von Hooke, Halley und Wren zu Newton (wovon im folgenden Abschnitt) vergleicht: so muß dieß auf das bescheidenste Maß beschränkt werden. Kepler hatte, nachdem ihm die Unzulänglichkeit des doppelt excentrischen Kreises in der Theorie der Marsbewegung und die Nothwendigkeit eines Ovals klar geworden war, zunächst zu dem Oval gegriffen, welches der Längendurchschnitt eines Eies bildet (von Kepler „Ooide" oder „Ellipoide" genannt), einem Oval, welches nur in der Längen-, nicht aber in der Querdimension symmetrisch ist; weiterhin aber eingesehen, daß dasselbe mit den Beobachtungen nicht übereinstimme, und zwar in der Art, daß in jenem Oval gewisse Abstände des Mars von der Sonne zu klein werden, während sie im excentrischen Kreis zu groß ausfallen, daß daher die Wahrheit in der Mitte liegen müsse, d. h. in dem nach Länge und Quere symmetrischen Oval der Ellipse. Hierbei sagt er nun[8]): „Daher konnte auch David Fabricius meine Hypothese (von der Ellipoide), welche ich ihm mitgetheilt hatte, mittelst seiner Beobachtungen für unrichtig erklären, in einem eben damals geschriebenen Briefe, als ich bereits an der wahren Hypothese (von der Ellipse) arbeitete; so wenig fehlte, daß er mir in dieser Wahrnehmung zuvorgekommen wäre."

Diese merkwürdige Stelle rechtfertigt allerdings den Ausdruck „Rival"; allein man muß erstlich bedenken, daß Kepler einerseits alles auch selbst fand, anderseits dem Fabricius nicht etwa nur diese Hypothese mittheilte, sondern auch den Kunstgriff seiner Distanzenberechnung, worin, wie wir später sehen werden, der eigentliche Schlüssel zur Entdeckung der elliptischen Theorie liegt, ja daß er ihm sogar

---

den Pulkowaer Manuscripten mitgetheilten Briefwechsel gewidmet ist, vgl. Schlußbetrachtung, zweiter Abschnitt.

[8]) Astronomia Nova IV, 55; Frisch Op. K. III, S. 384.

zeigte, wie die Keplersche Methode auch dem Tychonischen System angepaßt werden könne, an welchem Fabricius auch deßwegen hing, weil er die Bewegung der Erde gar nicht begreifen konnte. Alsdann kommt in Betrachtung, daß Fabricius in seiner eigenen Theorie des Mars, welche er weiterhin Kepler mittheilte, zwar die Ellipse anwandte, aber, anstatt der Sectoren die Winkel der Zeit proportional setzte; daß er also von der elliptischen Theorie das erste Gesetz annahm, aber nicht das zweite, mithin, um das alte Princip von der gleichförmigen Bewegung nicht ganz fallen zu lassen, eben das verwarf, was wir oben als den physischen Kern von Keplers elliptischer Theorie bezeichnet haben, die Ausgleichung der Bewegung durch die elliptischen Sectoren.

War die elliptische Theorie oder der erste Theil von Keplers Werk ein gänzlicher Umguß der alten Theorie, errungen durch die von geometrischem Genie geleitete Riesenarbeit an den Tychonischen Beobachtungen: so war das Systemgesetz oder der zweite Theil seines Werkes das reine eigenste Erzeugniß seines Grundgedankens, welcher ihn sein ganzes Leben hindurch geleitet hat. In der That hing die Entdeckung der in dem dritten Keplerschen Gesetz ausgesprochenen Relation zwischen den Planetenbahnen mit der Entdeckung der elliptischen Theorie durchaus nicht näher zusammen, wie denn auch beide in zweien, der Zeit nach entlegenen, dem Inhalt nach ganz verschiedenartigen, Hauptwerken Keplers niedergelegt sind. Das Systemgesetz nämlich, welches vom jetzigen Standpunkt aus den Typus aller derjenigen Systeme ausdrückt, in welchen Gravitationsverhältnisse walten wie in unserem Sonnensystem[9]), hat in Kepler's Gedankenkreis eine ganz andere Stellung und steht in der zehn Jahre nach der „Astronomia Nova" erschienenen

[9] Nämlich z. B. gegenüber denjenigen in einem Sternsystem; diese treffende Bemerkung ist von Mädler.

„Harmonice Mundi", seinem Lieblingswerk, in welchem er sein innerstes Streben verwirklicht sah, in welchem aber wir ein transcendentes Gewebe von mathematisch-physikalischen Speculationen[10]) sehen müssen, welches der Wirklichkeit fremd, obwohl der Boden seines dritten Gesetzes ist.

Diesen legte Kepler schon in seiner ersten Schrift, welche er deßhalb auch seinen „Prodromus Dissertationum Cosmographicarum" nannte. „Drei Dinge waren es hauptsächlich, sagt er hier, bei welchen ich den Ursachen, warum es sich gerade so und nicht anders damit verhalte, beharrlich nachforschte, die Anzahl und Größe der Planetenbahnen und die Bewegung in denselben." Dieß war sein Grundgedanke, welcher ihn zu jenen Speculationen, aber auch zu dem Systemgesetz führte. In derselben Schrift — und dieß ist eben das „kosmographische Geheimniß", welches er darin mittheilt — findet er nun den Grund für die sechs Bahnen um die Sonne, zwischen welchen also fünf Zwischenräume enthalten sind, in den fünf regelmäßigen Körpern der Geometrie[11]), aus welchen sich in der That die mittleren Entfernungen der Planeten von der Sonne in einiger Uebereinstimmung mit den (freilich damals noch sehr unvollkommen bekannten) wirklichen Werthen ergaben, und spricht sofort die Ahnung aus, daß zwischen diesen Entfernungen oder den „Bahnweiten" und zwischen den Umlaufszeiten (und damit den mittleren Bewegungen oder Geschwindigkeiten) eine mathematische Beziehung stattfinden müsse, d. h. er ahnt die Existenz seines dritten Gesetzes. Ja er macht auch bereits einen vergeblichen Versuch, dasselbe zu finden, und ist sich der Ursache bewußt, weßhalb die Umlaufszeiten

---

[10]) Abgesehen nämlich von der reichen Ausbeute an geometrischen Theoremen, welche der „Weltharmonie" selbst zu Grunde gelegt werden. Davon, sowie überhaupt vom Inhalt der merkwürdigen Schrift, Näheres im zweiten Theil.

[11]) Das Nähere im dritten Abschnitt der Hauptabhandlung.

den Bahnweiten nicht einfach proportionirt sein können, weil er schon damals von einer Kraft der Sonne als Ursache der Planetenbewegung und von der Abnahme dieser Kraft bei zunehmender Entfernung überzeugt ist.

Mittlerweile hatte Kepler die elliptische Theorie gefunden, und auch die Excentricitäten oder, was auf dasselbe hinausläuft, die größten und kleinsten Entfernungen, welchen die kleinsten und größten Bewegungen (resp.) entsprechen, in den Kreis seiner Forschung gezogen als weitere „Elemente" des Sonnensystems, um deren Ursache es sich handelte. Diese findet er sofort, mit ziemlicher, freilich unter manchen Subtilitäten ermittelter, Uebereinstimmung mit der Erfahrung, in den musikalischen Intervallen (Octaven, Quinten u. s. w.) oder in den harmonischen Verhältnissen, von welchen eben das ganze Werk den Titel „Weltharmonik" erhielt. Jetzt war also bloß noch der längst geahnte Zusammenhang der Umlaufszeiten mit den mittleren Entfernungen nachzuweisen, so war die große Frage nach dem „Bauplan des Sonnensystems" beantwortet. Und rastlos suchend fand er hier das wirkliche Gesetz. „Nach dem ich, erzählt er[12]), aus den Tychonischen Beobachtungen die Zwischenräume der Bahnen durch lang fortgesetzte Arbeit hergeleitet, da kam endlich, endlich das ächte Verhältniß zwischen den Umlaufszeiten und den Bahnweiten zum Vorschein; ein Verhältniß, dessen Idee mir am 8. März des Jahres 1618 gekommen war, das ich aber in Folge eines bei der Prüfung gemachten Rechenfehlers wieder verworfen hatte, das endlich, als ich am 15. Mai dieses Jahres die Rechnung wieder vornahm, über das Dunkel meines Geistes siegte, unter solcher Uebereinstimmung mit meiner siebzehnjährigen Arbeit an den Tychonischen Beobachtungen, daß ich anfangs zu träumen und das Gesuchte als gegeben vorausgesetzt zu haben meinte".

[12]) Harmonice Mundi V, 3; Frisch Op. K. V, S. 279.

Kurz also, die einem großen Geist entsprungene Idee, die Elemente der Planetenbahnen und somit Anlage und Bau des ganzen Sonnensystems auf mathematische Verhältnisse zurückzuführen, leitete Kepler zu den regelmäßigen Figuren der Geometrie und zu den Harmonien der Musik, aber auch zu seinem dritten Gesetz, der einzig wirklich stattfindenden Relation dieser Art, die man bis jetzt kennt. Damit erhellt, wie selbständig die beiden Momente von Kepler's Werk in der Werkstätte des Urhebers einander gegenüberstehen. Allein auch das ist klar, daß ein mathematisches Genie die alte Theorie zur elliptischen entwickeln konnte, ohne auch die Relation zwischen den Planetenbahnen aufzustellen, ja ohne nur daran zu denken, daß so etwas vorhanden sein könnte. Aber die zwei ersten Gesetze, weil von jenen Beobachtungen schlechterdings gefordert, mußten mit einander ausgesprochen werden, wenn auch zwischen ihnen der innere Zusammenhang auf dem Kepler'schen Standpunkt fehlte[13]). Eben wegen dieses fehlenden Zusammenhanges konnte man auch den Versuch machen, ob nicht ein anderes Oval (nur ein Oval mußte es sein) den Bewegungen ebensogut oder noch besser genüge, als das elliptische, wie denn in der That Johann Dominicus Cassini[14]) an die Stelle der Ellipse das nach ihm benannte Oval (die Cassinoide) gesetzt hatte, während, nach Entdeckung der wahren physischen Ursachen, Niemand mehr sich einfallen lassen konnte, einen solchen Versuch zu machen.

---

[13]) Daher sieht sich Kepler in der „neuen Astronomie" genöthigt, wegen der elliptischen Gestalt der Bahnen neue physische Ursachen zu denen hinzuzufügen, zu welchen ihn die Abhängigkeit der Geschwindigkeiten von den Entfernungen geführt hatte.

[14]) Es ist der schon oben wegen seiner Entdeckungen am Himmel (vier Saturnstrabanten, Zodiakallicht) genannte älteste der vier Cassini, welche nach einander 122 Jahre lang (von 1669 bis 1793) der um 1670 gegründeten Pariser Sternwarte vorstanden; — ein Italiener, ebenso nach Frankreich übergegangen, wie unser Herschel nach England.

Mit Keplers Tod verläßt die Astronomie ihren bisherigen Hauptsitz, Deutschland, wo durch den dreißigjährigen Krieg ein Verfall der Cultur eintritt, und verlegt ihn nach England, wo aus den Kepler'schen Gesetzen die wahren physischen Consequenzen gezogen werden; während auf dem Continent die von Kepler zur Erklärung der Planetenumläufe erdachten „Kraftkreise der Sonne", von welchen später die Rede sein wird, von Descartes zu der Wirbeltheorie[15]) ausgebildet werden, welche, besonders in Frankreich, lange Zeit in der Physik und Astronomie tonangebend sich verhielt. Während ferner selbst ein Galiläi die Kepler'schen Gesetze nicht gekannt oder gar ignoirt hat[16]), während von den Cassini's der Vater, wie oben berichtet, an den Ellipsen mäckelte, der Sohn aber jene Gesetze in Uebereinstimmung mit der Wirbellehre zu bringen suchte: kamen sie in England frühe zur Anerkennung, indem schon der 1642 im Alter von 22 Jahren gestorbene Horrox, in Verbindung mit seinem Gönner Crabtree, sie durch neue Himmelsbeobachtungen bestätigte, worauf die schon oben genannten Astronomen des Newton'schen Zeitalters folgten, bis sie endlich durch das definitiv durch Newton entdeckte Princip, dessen mathematische Consequenzen sie sind, zu allgemeiner Anerkennung gelangten, zugleich aber für sich allein als unzulänglich erkannt wurden, um den weit genaueren Beobachtungen der Folgezeit zu genügen.

---

[15]) Mit Recht sieht Whewell (in seiner Geschichte der inductiven Wissenschaften) in dieser Carteſischen Wirbellehre nur die „folgerichtige Ausbildung einer der vielen Vorstellungen, in welchen Kepler bei der physischen Erklärung der Planetenbewegungen sich herumgetrieben hatte."

[16]) Vgl. Apelt Kepler's astronomische Weltansicht 1848, Einleitung S. 4 und S. 13. Keplers Ansehen bei seinen Zeitgenossen habe überhaupt, sagt Apelt, nicht sowohl auf seinen Gesetzen beruht, als auf seinen Speculationen, auf seinen Verdiensten um die Optik und auf den aus seinen astrologischen Prophezeihungen leuchtenden Geistesblitzen.

3. Das Newtoniſche Stadium.

Den fehlenden Zuſammenhang zwiſchen den Kepler'ſchen Geſetzen ſammt ihrer phyſiſchen Urſache erſah Newton, der britiſche Vollender des Werkes, vermöge einer unterdeſſen entſtandenen Wiſſenſchaft, der Dynamik, indem er nicht nur die beiden erſten, ſondern alle drei Geſetze als ebenſoviele Conſequenzen eines einzigen Geſetzes, ihrer höheren Einheit, nachwies; und darin beſteht der erſte Theil von Newtons Werk, welcher ſomit eine principielle Verallgemeinerung der vorhandenen Theorie iſt. Drücken wir das Newtonſche Geſetz zunächſt ganz formell aus, ſo lautet es: in jedem Augenblick wird die Geſchwindigkeit eines um einen Centralkörper ſich bewegenden Körpers, in der Richtung zum Centralkörper hin, um eine Größe geändert, welche dem Quadrat der Entfernung umgekehrt proportionirt iſt. Dieß iſt eine mathematiſche Conſequenz der Kepler'ſchen Geſetze; und umgekehrt, wenn man von jenem Newton'ſchen Geſetz ausgeht, ſo gelangt man mathematiſch zu den Kepler'ſchen Geſetzen, nur in etwas allgemeinerem Ausdruck (wovon ſpäter), worin ſich eben die höhere Allgemeinheit des Newtonſchen Geſetzes beurkundet. Sofern nun jene Geſchwindigkeitsänderung einer im Centralkörper reſidirenden Kraft zugeſchrieben werden muß; ſofern alsdann durch die Geſchwindigkeit, welche eine Kraft einem Körper in ihrer Richtung in einer beſtimmten Zeit beizubringen vermag, die Größe dieſer „beſchleunigenden" Kraft gemeſſen wird[1]; ſofern endlich eine Kraft, welche einen Körper ſtets nach einem und demſelben Punkt hinzieht, Centalkraft[2] heißt: ſo kann man dem

[1]) So ſagt man, die beſchleunigende Kraft der Schwere an der Erdoberfläche betrage 30 Pariſer Fuß für die Secunde, weil die Geſchwindigkeit eines frei fallenden Körpers in jeder Secunde um 30′ vermehrt wird.

[2]) Genauer anziehende Centralkraft oder „Centripetalkraft", weil es auch abſtoßende Centralkräfte giebt (z. B. die Kraft, welche ein

Newton'schen Gesetz den kürzeren Ausdruck geben: die Centralkraft der Sonne (oder allgemeiner die anziehende Kraft des Centralkörpers) ist dem Quadrat der Entfernung umgekehrt proportionirt. Und dann ist der Satz, welcher den zweiten Theil von Newton's Werk ausdrückt: diese Centralkraft ist einerlei mit dem, was wir auf der Erde Schwerkraft nennen, ist die allgemeine Schwere, Gravitation.

Aber wie kann eine Centralkraft Umlaufsbewegungen hervorbringen? Oder warum begeben sich die Planeten nicht in der Richtung der Anziehung zur Sonne hin, anstatt sie zu umkreisen? Allerdings müßte das erste eintreten, wenn der Planet vom Zustand der Ruhe aus in den Bereich der anziehenden Kraft gekommen ist; aber ebensogewiß muß das zweite erfolgen, wenn dem Körper irgend einmal auf irgend eine Weise ein Impuls zur Bewegung in anderer Richtung als nach der Sonne hin mitgetheilt worden ist. Dieß ist der Seitenimpuls als das andere Moment in dem Mechanismus der Centralbewegung, welches mit dem einen Moment, der Centralkraft, zu verbinden ist. Die Hauptsache aber ist, daß dieser Seitenimpuls nur ein einmaliger momentaner zu sein braucht; denn der momentane Anstoß wird durch die Trägheit des Körpers zur permanenten Kraft, sofern diese fundamentale Eigenschaft alles Materiellen darin besteht, daß jeder Körper in seinem Zustand (der Ruhe oder der Bewegung) beharrt, und eine Aenderung der Bewegung (nach Richtung sowohl als nach Geschwindigkeit) nur durch das Hinzutreten einer neuen Wirkung erfolgt.

Worin aber nun der ursprüngliche Antrieb zum Umlauf (der primitive Seitenimpuls) seine Ursache hat, ist eine Frage, welche von der Theorie der Centralbewegung

---

Magnetpol auf den gleichnamigen Pol eines andern Magneten ausübt), ja nicht zu verwechseln mit Centrifugalkraft oder Schwungkraft. Da übrigens der erste Fall hier allein vorkommt, so werden wir schlechtweg Centralkraft sagen.

selbst zu trennen ist und, wie alle Fragen nach dem Anfang, höchstens mit Hypothesen sich beantworten läßt, Hypothesen, welche, da sie keine im Einzelnen durchgeführte Prüfung an Daten der Erfahrung zulassen, schwerlich zu Gesetzen oder Thatsachen erhoben werden können. Diese Frage ist, wie die nächstverwandte nach dem Ursprung der Achsendrehungen bei den einzelnen Körpern des Sonnensystems, in der kosmogonischen Frage nach der Entstehung des Sonnensystems begriffen[3]). Die beiden großen Männer, welche hier, unabhängig von einander, mit einer plausibeln Hypothese sich versucht haben, Kant, der Urheber der kritischen Philosophie, und Laplace, der Vollender der Himmelsmechanik[4]), legen beide eine allgemeine Rotation zu Grunde, in welcher Alles, was zum Sonnensystem gehört, begriffen war, als es noch kein System einzelner Körper, sondern eine Art Nebelstern oder ein chaotischer Inbegriff seiner verflüchtigten Materie war; eine Achsendrehung in demjenigen Sinn (dem sogenannten rechtläufigen, von West nach Ost), in welchem alle Bewegungen im Sonnensystem vor sich gehen. In der That, mit dieser Urrotation haben wir auf einmal den Impuls zu allen Umläufen und Achsendrehungen, sowie die Ursache, weßhalb alle in einerlei

---

[3]) Desgleichen die noch heiklere Frage nach der Vertheilung der Körper, wie es kommt, daß jede folgende Planetenregion mehr als anderthalbmal und weniger als zweimal soweit von der Sonne absteht als die vorhergehende, daß die größeren Körper in den oberen, die kleineren in den unteren Räumen sich befinden u. s. w.

[4]) Laplace in der „Exposition du Système du Monde" 1796 (einer populären Astronomie); Kant in der „allgemeinen Naturgeschichte und Theorie des Himmels" 1755. Hat jener Wesentliches beigebracht, was bei diesem noch fehlte, so hat auch neuerdings die mechanische Wärmetheorie Beiträge geliefert. — Ich kann hierüber auf zwei meiner Artikel in der deutschen Vierteljahresschrift verweisen, den über Kant 1868 und den über den neueren Umschwung in der Physik 1869.

Sinn vor sich gehen, und weßhalb die Bahnen der Gestalt nach so wenig vom Kreise abweichen, der Lage nach so geringe Neigungen gegeneinander haben.

Es mag Niemanden unbenommen sein, von dieser Urrotation weiter zu appelliren; aber daß wir in ihr das Princip der Seitenimpulse haben, an welche die Theorie der Centralbewegung appellirt, dürfte mehr als hypothetisch genannt werden. Und merkwürdig, Kepler hat schon eine Berührung mit dieser erst im nachnewtonischen Zeitalter an die Tagesordnung gekommenen Forschung. Wir kennen schon seine Kraftkreise, durch welche er auf sehr unmechanische Weise die Umläufe um die Sonne ins Werk setzt, indem er die Kraft, das „immaterielle" Etwas (species immateriata), welches von der Sonne ausgehe und die Planeten ergreife, denselben Weg gehen läßt, den der Planet geht. Indem er aber weiter fragt, weßhalb die Kraft der Sonne kreise, so findet er die Ursache in einer Rotation des Sonnenkörpers, an welcher alles, was zu ihr gehört und von ihr ausgeht, theilnehme, und entdeckt so die Rotation der Sonne von seiner Theorie aus, bevor sie durch die Entdeckung der Sonnenflecken constatirt worden ist. Da er dieß selbst noch erlebt hat, so legt er großes Gewicht auf diese seine Entdeckung, und mit Recht; denn wir dürfen keinen Anstand nehmen, ihn, in Beziehung auf das Princip des Seitenimpulses, als entfernten Vorläufer von Kant-Laplace zu betrachten, welcher so selbst über das Newton'sche Stadium hinausgegriffen hat.

Indessen hat die mechanische Theorie der Centralbewegung gar nicht nöthig, auf den ursprünglichen Seitenimpuls mit seiner physischen Ursache zurückzugehen; vielmehr ist sie für sich vollkommen abgeschlossen und unabhängig von der kosmogonischen Frage, so gut wie der organische Lebenshergang in der Physiologie entwickelt wird, ohne sich auf die geogonische Frage nach dem Ursprung des Lebens auf der Erde einzulassen. Der Planet hat einmal zu

irgend einer Zeit (z. B. heute Mittag) eine bestimmte Geschwindigkeit in Richtung der Tangente an seine bisherige Bahn in dem Punkt, wo er jetzt eben steht; diese Tangentialgeschwindigkeit, das Ergebniß seiner bisherigen Bewegung, ist der Seitenimpuls für die ganze folgende Bewegung von jenem Augenblick an, und diese Bewegung geht nach dem Newton'schen Gesetz der Centralbewegung vor sich.

Nunmehr können wir dieses Gesetz, mit Aufnahme der beiden Momente der Centralbewegung: Centralkraft und Tangentialgeschwindigkeit, — denn diese können wir jetzt an die Stelle des ursprünglichen Seitenimpulses setzen — so aussprechen: in seiner Bewegung um den Centralkörper wird der Planet dadurch erhalten, daß er beständig mit einer dem Quadrat seiner Entfernung umgekehrt proportionirten Kraft von der Tangente ab zum Centralkörper hingezogen wird. Alsdann können wir die beiden Momente für sich so herausheben. Denken wir uns erstlich das Verhältniß zur Sonne aufgelöst, die Centralkraft aufgehoben, so wird der Planet von diesem Zeitpunkt an mit der Geschwindigkeit und in der Richtung, die er eben hatte, geradlinig und gleichförmig (in der Tangente) sich fortbewegen, zufolge dem allgemeinen Prinzip von der Trägheit. Denken wir uns dagegen zweitens den Planeten in Ruhe versetzt, die Tangentialgeschwindigkeit aufgehoben, so wird er in gerader Linie mit stets wachsender Geschwindigkeit auf die Sonne zustürzen. Haben wir aber drittens in jedem Zeitpunkt beides, die Tangentialgeschwindigkeit, welche den Planeten von der geradlinigen Annäherung an die Sonne, und die Centralkraft, welche ihn von der geradlinigen Entweichung abzieht, so muß er nothwendig die Sonne in krummliniger Bahn umwandeln.

Dieß ist der einfache Mechanismus der Centralbewegung, in welcher die Weltkörper begriffen sind, und wir können zur Erläuterung noch auf die krummlinige

Bewegung geworfener Körper verweiſen, als auf ein Beiſpiel, wo die beiden Momente auf der Hand liegen: der einmalige Seitenimpuls im Wurf, die Centralkraft in der nach der Erdmitte hinziehenden Schwerkraft. Um aber jenen Mechanismus ſozuſagen philoſophiſch aufzuſtutzen und zu einem Kampf entgegengeſetzter Principien zu ſtempeln, darf man ja nur die Trägheit, die Mutter der Tangentialgeſchwindigkeit, begreifen als die Materie in ihrem Fürſichalleinſein, die Centralkraft aber oder die Anziehung als die Materie in ihrem Sichaufſichbeziehen.

Wir müſſen aber noch etwas näher auf den Mechanismus der Centralbewegung eingehen, theils um einer gangbaren Schwierigkeit, welche man dagegen erhebt, zu begegnen, theils um zu der ſchon angedeuteten Verallgemeinerung der Keplerſchen Geſetze zu gelangen, welche aus dem Newton'ſchen Geſetz ſich ergiebt. Wie kommt es, fragt man, daß der Planet in der Sonnennähe, wo doch die Centralkraft am ſtärkſten wirkt, ſich wieder zu entfernen, in der Sonnenferne dagegen, wo doch die ſchwächſte Anziehung ſtattfindet, ſich wieder zu nähern beginnt? Wir antworten zunächſt mit der Gegenfrage: was ſoll der Planet denn anders im Perihel beginnen? Soll er daſelbſt ſtehen bleiben oder vollends geradlinig zur Sonne ſich hinbegeben? Das kann er aber vermöge ſeiner Tangentialgeſchwindigkeit nicht, wie wir ſchon wiſſen; ebenſogut könnte man erwarten, daß ein Pendel, wenn es am tiefſten Punkt angelangt iſt, in dieſer ſeiner Gleichgewichtslage ſtehen bliebe, anſtatt auf die andere Seite hinauszuſchwingen. Jene Frage kann daher nur den Sinn haben: warum behält der Planet nicht ſeinen kleinſten Abſtand bei, um ſofort einen Kreis zu beſchreiben, oder (womit freilich die Sonnennähe, d. h. der kleinſte Abſtand, negirt würde) warum verringert ſich der Abſtand nicht noch mehr, ſo daß der Planet ſofort der Sonne ſpiralförmig ſich näherte? Hierauf iſt die kurze Antwort: weil die Geſchwindigkeit in der Sonnennähe in der That zu groß iſt, als daß

sofort ein Kreis beschrieben werden könnte, um so mehr also zu groß für eine spiralförmige Annäherung. Wird alsdann die ähnliche Frage hinsichtlich der Sonnenferne aufgeworfen, indem man nur spiralförmige Entfernung an die Stelle von spiralförmiger Annäherung setzt, so ist die ähnliche Antwort kurz diese: weil die Geschwindigkeit im Aphel in der That zu klein ist, als daß ein Kreis beschrieben, also die größte Entfernung beibehalten, geschweige denn noch vergrößert werden könnte (womit aber zugleich das Aphel negirt wäre)?

Lassen wir aber die Sonnenferne, die es dann nicht mehr gibt, weg und geben der Frage die Wendung: warum entfernt sich der Körper nicht vollends gänzlich von der Sonne? so ist die Antwort: dieß ist allerdings ein möglicher Fall, welchen die durch das Newton'sche Gesetz verallgemeinerten Kepler'schen Gesetze enthalten. Man muß nämlich überhaupt in Erwägung ziehen, einmal, daß in denselben Punkten, wo die Centralkraft am größten und kleinsten ist, auch die Tangentialgeschwindigkeit ihren größten und kleinsten Werth hat, eben weil mit der Stärke der Centralkraft auch die Geschwindigkeit zu- und abnimmt; alsdann, daß Sonnennähe und Sonnenferne nicht im Voraus feste Punkte sind, sondern allererst durch das Verhältniß der beiden Momente sich festsetzen. Es muß eben nicht nothwendig eine Bahn mit Perihel und Aphel, eine Ellipse, entstehen, sondern es kann auch eine Bahn ohne jene beiden Punkte, d. h. ein Kreis, oder endlich eine Bahn mit Perihel, aber ohne Aphel entstehen, d. h. eine Parabel oder Hyperbel, Curven mit ins Endlose fortlaufenden Zweigen, welche mehr und mehr die Form einer Geraden annehmen, und in welchen keine Umläufe vor sich gehen können, sondern je nur ein einmaliger Vorbeischwung am Centralkörper (vgl. Figur).

Diese Fälle werden nämlich eintreten je nach dem ursprünglichen Verhältniß zwischen Entfernung und Geschwindigkeit. Nun begreift sich aber leicht, daß ein Kreis, wo Entfernung, Centralkraft und Geschwindigkeit

beständig sich gleichbleiben, nur in einem ganz bestimmten Fall entstehen kann, nämlich wo der anfängliche Anstoß zu dem Abstand rechtwinklich ist und zu demselben ein ganz bestimmtes Größenverhältniß einhält, so daß die diesem Abstand entsprechende Centralkraft ganz zur Krümmung der Bahn verwendet wird, ohne zugleich die Geschwindigkeit zu ändern. Auch liegt in diesen ganz bestimmten Bedingungen zugleich der Grund, weßhalb wir in der Wirklichkeit keine vollkommene Kreisbahn antreffen. Denn sowie jenes bestimmte ausgleichende Verhältniß sammt der erforderlichen Anfangsrichtung nicht genau eingehalten ist, so muß sich die Entfernung, mit ihr die Centralkraft, und folglich auch die Geschwindigkeit ändern, und es ergibt sich, wofern das Mißverhältniß eine gewisse Gränze nicht übersteigt, das Spiel abwechselnder Annäherung und Entfernung, worin die *elliptische* Bewegung besteht, oder abwechselnden Ueberwiegens der Centralkraft und der Tangentialgeschwindigkeit, sofern zwar beide mit einander zu- und abnehmen, aber nicht in einerlei Verhältniß. Bei der Annäherung des Planeten bekommt die wachsende Geschwindigkeit das Uebergewicht, der Planet stürzt rechtwinklig zum Abstand an der Sonne vorbei (Perihel) und entfernt sich vermöge des überwiegenden Schwungs; hiebei nimmt die Geschwindigkeit ab, die zwar auch abnehmende Centralkraft bekommt gleichwohl allmälich das Uebergewicht und krümmt die Bahn des Planeten herum, bis er genöthigt ist, abermals rechtwinklig zum Abstand vorbeizugehen (Aphel), um sich wieder zu nähern, wobei beide Hauptpunkte (Perihel und Aphel) mit den Brennpunkten in einer und derselben Geraden liegen, der Hauptachse oder *Apsidenlinie* (vgl. Figur).

Je geringer nun das ursprüngliche Mißverhältniß ist, desto mehr wird sich die (*Planeten-*) *Ellipse* dem Kreis nähern; je größer aber der ursprüngliche Seitenimpuls in Vergleich mit der Entfernung ist, desto größer wird der Schwung in der Sonnennähe ausfallen, desto weiter wird

der Komet sich entfernen, bis die Centralkraft seine Bahn zu einer Sonnenferne herumkrümmt, desto langgestreckter wird mithin diese (Kometen-) Ellipse werden. Hier giebt es nun aber eine Gränze, bei welcher der Körper mit solcher Geschwindigkeit dem Einfluß der Centralkraft sich entzieht, daß jene Herumbiegung der Bahn und somit die Rückkehr des Körpers nicht mehr möglich ist, und die Bewegung mehr und mehr in eine gleichförmige geradlinige übergeht, parallel der Apsidenlinie. Wenn aber wiederum diese parabolische Bewegung mit diesem Parallelismus nur bei einem ganz bestimmten Verhältniß zwischen Anfangsgeschwindigkeit und Entfernung stattfindet: so ergibt sich bei allen anderen Verhältnissen, welche jene Gränze überschreiten, die hyperbolische Bewegung, die zuletzt unter irgend einem, kleineren oder größeren, Winkel von der Apsidenlinie divergirt (vgl. Figur). In der That haben sich bis jetzt bei neun Kometen hyperbolische Bahnen ergeben, und wie bei den Planeten der Kreis als eine erste Annäherung in der Berechnung ihres Laufs betrachtet werden kann, so kann bei der Mehrzahl der Kometen die Parabel, als das Mittel zwischen einer langgestreckten Ellipse und einer wenig divergirenden Hyperbel, näherungsweise bei Berechnung ihres Laufs zu Grunde gelegt werden. Daher wurden eben die Kometen im Newtonschen Zeitalter Gegenstände der Kepler'schen Gesetze, nachdem sie zwar schon von Tycho aus der irdischen Atmosphäre in den „himmlischen Aether" (nach Keplers Ausdruck) versetzt, aber auch noch von Kepler als regellos in geraden Linien sich bewegende Meteore jenes Aethers betrachtet worden waren.

Die vier oder, da der Kreis im Grunde nur einen speciellen Fall der Ellipse darstellt, die drei Curven: Ellipse, Parabel, Hyperbel — werden unter dem Namen Kegelschnitte (auch Curven zweiter Ordnung) zusammengefaßt, und daher besteht die Verallgemeinerung der Keplerschen Gesetze durch das Gesetz der Centralbewegung darin, daß an die Stelle des

Ellipsengesetzes das Kegelschnittsgesetz[5]) treten muß. Und da bei den unbegränzten Kegelschnitten weder von mittlerer Entfernung noch von Umlaufszeit die Rede sein kann, so muß auch dem dritten Gesetz[6]) eine andere Form gegeben werden. Das Flächengesetz dagegen bleibt ungeändert, und ihm entspricht die Richtung der Kraft nach einem und demselben Punkt; es ist die allgemeine Eigenschaft der Centralbewegung, welche stattfindet, was auch das besondere Gesetz der Kraftstärke sein mag. Daß die Bahn ein Kegelschnitt ist, entspricht dem bestimmten Gesetz der Centralkraft, daß dieselbe stets dem Quadrat der Entfernung vom Centralkörper umgekehrt proportionirt ist. Das Systemgesetz aber oder das dritte rührt daher, daß dieses nämliche Gesetz der Centralkraft nicht nur von einem Punkt zum anderen in jeder einzelnen Bahn, sondern auch von einer Bahn zur anderen gilt, und damit haben wir zugleich den engen Zusammenhang der sämmtlichen Keplerschen Gesetze untereinander. Gegenüber dieser Verallgemeinerung der Keplerschen Gesetze ist aber auf der anderen Seite hervorzuheben, daß für alle Körper, bei deren Bewegung jene Urrotation der Sonne zu Grunde liegt, also für alle Planeten und Planetentrabanten, nur von Umläufen in geschlossenen Curven die Rede sein kann, mithin die Keplerschen Gesetze nur in ihrer ursprünglichen Form in Anwendung kommen[7]).

---

[5]) Es gibt Leute, welche meinen, das berühmte Werk von Gauß „Theoria motus corporum coelestium in sectionibus conicis solem ambientium“ (1809) beruhe lediglich auf den Keplerschen Gesetzen, und doch enthält schon der Titel die denselben durch Newton gegebene Verallgemeinerung, welche auf dem umgekehrten Quadrat der Entfernung beruht.

[6]) Es heißt nun: die Quadrate der Flächengeschwindigkeiten (welche nach dem zweiten Gesetz in jeder einzelnen Bahn constant sind) verhalten sich in verschiedenen Bahnen wie die Parameter der Bahnen, d. h. wie die Sehnen, welche die Apsidenlinien im Brennpunkt der Kegelschnitte rechtwinklig durchschneiden. Vgl. die drei Figuren.

[7]) D. h. abgesehen von den sogenannten „Störungen“, welche

Aus den bisherigen Erörterungen erhellt, wieviel zwischen den undynamischen Standpunkt Keplers und den dynamischen Newtons hinein zu denken ist, und in welch neuem Licht von hier aus Keplers elliptische Theorie erscheint. Es sind die Begriffe und Sätze von Trägheit, Beschleunigung, Zusammensetzung und Zerlegung der Bewegung, überhaupt die Grundbegriffe und Grundsätze der Dynamik, dieses damals ganz neuen, von Galiläi begründeten Zweigs der physisch-mathematischen Wissenschaften. Obgleich der große Italiener das Gesetz des Falls schon zu Anfang des Jahrhunderts gefunden hatte, so kamen seine mechanischen Entdeckungen doch erst in dem dritten seiner Hauptwerke 1638[8]), also nach Keplers Tode heraus. Die zuvor gangbare Aristotelische Bewegungslehre war in der ganzen Unmittelbarkeit einer über die Erscheinung nicht hinauskommenden Vorstellungsweise stehen geblieben, welche die Kraft denselben Weg gehen läßt wie den bewegten Körper, mithin eigentlich die Bewegung des Körpers nur sozusagen paraphrasirt; eine Vorstellungsweise, in welcher auch noch Kepler, wenigstens eben in diesem Punkt, befangen war. So bestimmt er ausgesprochen hatte, daß in der Sonne die physische Ursache der Planetenbewegungen liegen müsse und daß die Intensität ihrer Wirkung in der Entfernung abnehmen müsse, so konnte er doch weder über das Wie? noch vollends über das Was? dieser Sonnenkraft ins Reine kommen. Er konnte nicht begreifen, wie eine

---

aber erst aus dem zweiten Theil von Newtons Werk sich ergeben.

[8]) Es sind die (wie die Gespräche über das Weltsystem, wovon oben im ersten Abschnitt die Rede war) italienisch geschriebenen „Gespräche und mathematischen Demonstrationen über zwei neue Wissenszweige, welche die Mechanik und die fortschreitenden Bewegungen betreffen." Der erstere ist die Lehre von der Festigkeit der Körper (Mechanik ist hier im Sinn von Maschinenlehre genommen); der andere die Theorie der, sei es gleichförmigen oder beschleunigten, Bewegung von einem Ort zum andern (namentlich Fall, Wurf) und dieß ist die erste Grundlegung der Dynamik.

Centralkraft bei einem Umlauf betheiligt sein könne, weil ihm nämlich jene dynamischen Grundbegriffe fehlten; vor allem das Princip der Trägheit, sofern durch die Trägheit der momentane Impuls zur permanenten Kraft wird. Der Mangel dieses Begriffs ist am Ende die letzte Grundlage der Mißgriffe (das πρῶτον ψεῦδος) in Keplers „Physica coelestis".

Die ersten dynamischen Studien bezogen sich vornehmlich auf Bewegungen, bei welchen die Schwere im Spiel ist, von der Galiläi, gegenüber von Aristotelischen Meinungen, gründlich nachgewiesen hatte, daß sie auf alle Körper in ihrem Bereich in gleicher Weise wirke, ohne Unterschied des Stoffes, der Gestalt und Größe; über deren Wirkungsweise und Fernwirkung Kepler die entschiedensten Wahrnehmungen gemacht hatte. Auch hiengen jene Studien über die Schwere mit der Vertheidigung des neuen Weltsystems zusammen. Einer der berühmtesten Einwürfe gegen die Achsendrehung der Erde war: ein von der Spitze eines Thurmes fallender Stein müßte, wenn sich die Erde während des Falls von West nach Ost fortdrehe, in ziemlicher Entfernung westlich vom Fuß des Thurmes am Boden ankommen. Beseitigte sich derselbe, wie schon Copernicus selbst bemerkt hatte, leicht durch die richtige Auffassung der relativen Bewegung, da ja der Stein sogut wie der Thurm an der Achsendrehung der Erde theilnimmt: so kehrte er sich endlich unter Newtons Händen in das gerade Gegentheil um, daß der Stein östlich auffallen müsse, weil er vermöge der größeren Geschwindigkeit, welche an der weiter von der Erdachse entfernten Thurmspitze stattfindet, dem Fuß des Thurms ein wenig voraneilt. Und so führte der Einwurf zuletzt vielmehr zu einem durch Fallversuche vollziehbaren Beweis für die Achsendrehung der Erde[9]). Hatte Galiläi die Gesetze

[9]) Angestellt, zunächst 1679 ohne Erfolg von Hooke, Newtons Collegen, in neueren Zeiten aber, in Uebereinstimmung mit der Theorie,

des Falls und des Wurfs ermittelt, so stellte sein Nachfolger Huyghens die Gesetze des Pendels und der Kreisbewegung auf; und das Gesetz der Schwungkraft im Kreise mathematisch entwickelt zu haben, ist ein nicht minder großes Verdienst des holländischen Physikers, als das Pendel zur Zeitmessung angewendet zu haben[10]).

Die Theorie der Kreisbewegung, welche Huyghens selbst als Cartesianer noch nicht auf die Bewegung der Weltkörper angewendet hat, ist der letzte Schritt, welcher dem Newtonschen Gesetz der Centralbewegung vorangieng, bei welchem sofort mehrere von Newtons Landsleuten und Zeitgenossen betheiligt sind, so jedoch, daß das wesentlichste Moment an den Namen Newtons geknüpft bleibt. Diese Männer, die hier mit Newton concurriren, sind, wie dieser selbst, Mitglieder der neugegründeten (1662) Londoner Akademie, Hooke, Chr. Wren und Halley[11]). Der erste, welcher in der Idee sogar bei dem zweiten Theil von Newtons Werk in Betracht kommt, wie wir sehen werden, hatte die volle Einsicht in das Wesen der Centralbewegung, wiefern näm-

---

von Guglielmi am Thurm Asinelli in Bologna 1792, von Benzenberg am Michaelisthurm in Hamburg 1802 und an dem Kohlenschacht zur alten Roßkunst in Westfalen, endlich von Reich im Dreibrüderschacht zu Freiberg 1831; vgl. Benzenberg Versuche über die Umdrehung der Erde 1804 und, aufs neue berechnet, 1845. Später haben sich diesen Fallversuchen die Pendelversuche von Foucault mit gleichem Zweck und Erfolg beigesellt.

[10]) Die Hauptwerke von Huyghens sind sein „Systema Saturninum“ (vgl. oben im ersten Abschnitt), das hierher gehörige „Horologium oscillatorium“ 1673 und „Traité de la lumière“, erste Andeutung der Lichtwellenlehre; außerdem viel Reinmathematisches.

[11]) Außerdem hat der Italiener Borelli, sogar noch vor Huyghens Theorie der Kreisbewegung, eine sehr sachkundige, aber auch etwas unbestimmt gehaltene Vorstellung von der Centralbewegung der Himmelskörper ausgesprochen, in der „Theorie der mediceischen Gestirne“ 1666. Vgl. Whewell Geschichte der inductiven Wissenschaften II. S. 146. in der Littrow'schen Uebersetzung.

lich, in Verbindung mit der Trägheit der Materie, eine einzige Centralkraft hinreiche, die Umläufe der Planeten zu erklären, allein er wußte das Geſetz der Centralkraft nicht herzuleiten, wie er ſelbſt noch im Jahr 1674 ausſagte. Dieſes Geſetz, d. h. das Geſetz vom umgekehrten Quadrat der Entfernung, kannten, unabhängig von Newton, die beiden anderen Männer und ſpäter, zufolge ſeiner Schrift vom Jahr 1680, auch Hooke. Allein alle wußten es nur durch Verbindung des dritten Keplerſchen Geſetzes mit dem Huyghens'ſchen Geſetz der Schwungkraft[12]) in der Vorausſetzung kreisförmiger Bahnen herzuleiten; bewieſen alſo bloß, das es von einem Planeten zum anderen hinſichtlich der mittleren Bewegungen gelte[13]). Daß es auch für jeden einzelnen Planeten und desgleichen für den Mond gelte, nämlich vermöge der elliptiſchen Bewegung, konnte keiner be-

---

[12]) Sofern nämlich im Kreis die Schwungkraft der Centralkraft (Centripetalkraft) gleich ſein muß. Man begreift leicht, daß die Schwungkraft (Centrifugalkraft) um ſo größer ſein muß, je größer die Geſchwindigkeit und je größer die Ablenkung von der Tangente, d. h. je kleiner der Kreishalbmeſſer iſt. Das beſtimmte Geſetz der Schwungkraft heißt: die dadurch in einem Zeitmomente hervorgebrachte Ablenkung von der Peripherie nach der Tangente zu iſt dem Quadrat der Geſchwindigkeit direct, dem Halbmeſſer umgekehrt proportionirt.

[13]) Newton ſelbſt führt dieſe drei Männer in der berühmten Note zum vierten Satz des erſten Buches ſeiner „Principien" an als ſolche, welche den Satz gekannt haben, daß, wenn mehrere Körper um einen Mittelpunkt gleichförmig in Kreiſen gemäß dem dritten Keplerſchen Geſetz ſich bewegen, die Centripetalkraft den Quadraten der Halbmeſſer dieſer Kreiſe umgekehrt proportionirt ſei. — Vgl. Whewell, Geſchichte der inductiven Wiſſenſchaften, II. S. 155 u. ff. und H. Hankel „die Entdeckung der Gravitation und Pascal" im 14ten Jahrgang der Leipziger Zeitſchrift für Mathematik und Phyſik. Hier kann man auch die famoſe Geſchichte der neueſtens mit dem berühmten franzöſiſchen Geometer Chasles mittelſt gefälſchter Briefe getriebenen Myſtification nachleſen, vermöge deren Chasles öffentlich aufzutreten ſich veranlaßt ſah, um die ganze Entdeckung der Gravitation für ſeinen Landsmann Pascal († 1662) in Anſpruch zu nehmen.

weiſen. Es war Newton vorbehalten, den Zuſammenhang der Ellipſen mit dem Geſetz vom umgekehrten Quadrat der Entfernung und damit deſſen völlige Allgemeinheit nachzuweiſen, in Folge ſeiner mathematiſchen Superiorität; denn man muß ſich erinnern, daß Newton auch der eine Entdecker (nämlich neben Leibnitz) deſſen iſt, was man kurzweg höhere Analyſis oder Infiniteſimalrechnung nennt; nur der Entdecker der „Fluxionen" (ſo nannte Newton ſeine Methode) war jenem Problem gewachſen.

Halley war übrigens, wie uns Whewell am angeführten Ort (vgl. Note 13) berichtet, noch auf einem andern Wege zu dem Geſetz der anziehenden Kraft gekommen, welcher, wenn man ihn überhaupt gelten läßt, allerdings den allgemeinen Beweis liefern würde. „Er ſah nämlich, ſagt Whewell, die Attraction der Sonne als die Folge einer Emanation, wie z. B. die des Lichts, an, die in demſelben Verhältniß ſchwächer werden muß, in welchen die ſphäriſche Oberfläche, über die ſich die Emanation verbreitet, größer wird"; die ſphäriſchen Oberflächen verhalten ſich aber bekanntlich wie die Quadrate der Halbmeſſer oder der Entfernungen. Eine ähnliche Deduction gab Kant, wie es ſcheint, unabhängig von Halley, in der Einleitung zu ſeiner „Naturgeſchichte und Theorie des Himmels" (1755). Man wendet gegen dieſe Herleitung ein, Attraction ſei nicht Emanation, für letztere gelte freilich obiger Schluß, das Geſetz der Attraction aber könnte von vorn herein auch ein anderes ſein und es müſſe daher in jedem beſonderen Fall von Attraction bewieſen werden, daß obiges Geſetz und kein anderes gelte. Das Halley-Kantiſche Raiſonnement müßte freilich fallen, wenn nachgewieſen wäre, daß irgend eine elementare Anziehung — d. h. von Kugel auf Kugel bei irgend einer Entfernung, oder von einem irgendwie geſtalteten Körper (oder Körpertheilchen) bei einer im Vergleich mit ſeinen Dimenſionen ſehr großen Entfernung des angezogenen Gegenſtandes — ein an-

deres Gesetz befolgt, als das vom umgekehrten Quadrat der Entfernung[14]).

Auf der anderen Seite aber ist es von Gewicht, daß auch ganz andere Anziehungen (sowie Abstoßungen) in die Ferne, wie die elektrischen und magnetischen, wie Coulomb (1785) gezeigt hat, dasselbe Gesetz befolgen. Dadurch wird nämlich der Gedanke nahe gelegt, daß das gemeinsame geometrische Gesetz, bei so ganz heterogenen Wirkungen, eine rein geometrische Ursache haben dürfte. Das Gesetz vom umgekehrten Quadrat der Entfernung hat aber noch eine merkwürdige geometrische Eigenschaft, auf welche Laplace[15]) selbst aufmerksam gemacht hat, daß nämlich bei demselben die Form der Bewegungen von dem Größenmaßstab des Sonnensystems unabhängig ist; d. h. wenn, bei sich gleichbleibendem Stoff und specifischem Gewicht desselben, die Dimensionen aller Körper und zugleich deren Entfernungen von einander in gleichem Verhältniß geändert würden, so würden auch die In-

---

[14]) Poisson, der große französische Mathematiker des laufenden Jahrhunderts, ist hievon überzeugt; auf eine schriftliche Anfrage, welche ich, als ich 1836 in Paris studirte, an ihn richtete, antwortete er „La loi du décroissement de l'intensité des émanations qui partent d'un centre donné est nécessairement la raison inverse du carré des distances. Celle du décroissement des attractions ou répulsions qui partent de ce centre pourrait être differente et l'est en effet quand il s'agit des attractions ou répulsions qu'on appelle forces moléculaires." — Allein könnte nicht solchen anderweitigen Gesetzen zuletzt doch das vom umgekehrten Quadrat der Entfernung zu Grunde liegen, so gut wie z. B. dem ganz anders lautenden Gesetz der Schwere im Innern eines Weltkörpers oder eines Sternsystems, wo die Intensität der Entfernung direct proportionirt ist? Von neueren deutschen Mathematikern haben Schlömilch und Carl Neumann die strahlenförmige Ausbreitung der Schwere zu Grunde gelegt.

[15]) In der „Exposition du système du Monde"; der Petersburger Schubert führt diese Eigenschaft auch an, aber ohne Laplace zu nennen, in der großen Astronomie III, S. 52; vgl. auch Apelt Epochen I, S. 289.

tenſitäten der Centralkräfte, ſomit die vermöge ihrer Wirkung durchlaufenen Wege in demſelben Verhältniß ſich ändern, mithin alle Bahnen ſich ähnlich bleiben; und dieß iſt nur der Fall, wenn die Centralkraft das Geſetz vom umgekehrten Quadrat der Entfernung befolgt.

Der Satz, welcher den zweiten Theil von Newtons Werk ausdrückt, beſteht darin, daß die das eben beſprochene Geſetz befolgende Anziehung des Centralkörpers einerlei iſt mit der demſelben inwohnenden Schwerkraft. Insbeſondere alſo iſt hiernach die Centralkraft der Erde, welche den Mond in ſeinem Umlauf erhält, einerlei mit der wohlbekannten irdiſchen Schwerkraft, welche bei dem Fall der Körper an der Erdoberfläche wirkſam iſt. Den Gedanken von der Fernwirkung der Schwere, daß namentlich die Anziehung der Erde bis zum Mond, wie auch umgekehrt die des Mondes bis zur Erde reiche, hatte wohl ſchon Kepler, allein er ſuchte die Urſache des Mondumlaufs in etwas ganz anderem, wie wir ſchon wiſſen[16]). Hooke hatte ſogar die Idee von der Einerleiheit der Centralkraft mit der Schwere ſchon 1674 ausgeſprochen, aber es war eine bloße Idee, ohne daß er den empiriſchen Nachweis geführt oder zu führen vermocht hat. Newton aber ſtellte ſich die beſtimmte Aufgabe, vermöge des formellen Geſetzes der Centralbewegung oder ſeines erſten Satzes, in dem Lauf des Mondes die (in runder Zahl) 15 Pariſer Fuß nachzuweiſen, durch welche die Schwerkraft die an der Erdoberfläche fallenden Körper in der erſten Secunde ihres Falls treibt.

Wenn wir uns ungefährer Zahlen bedienen, ſo iſt die Schwerkraft der Erde in der mittleren Entfernung des Mondes, d. h. in der Entfernung von 60 Erdhalbmeſſern, 3600 mal kleiner als an der Erdoberfläche, mithin beträgt der

[16]) Wir kommen auf Keplers Sätze über die Schwere im Folgenden eingehend zurück. Sie ſtehen nicht in der „Astronomia Nova“ ſelbſt, ſondern nur in der Einleitung dieſes Werkes und ſind bei ihm ohne alle aſtronomiſche Bedeutung.

Fall des Mondes gegen die Erde in einer Secunde den 3600sten Theil von 15 Fuß, folglich, gemäß dem Galiläischen Fallgesetz[17]), in einer Minute wieder 3600 mal mehr, d. h. 15 Fuß. Der durchschnittliche Fall des Mondes gegen die Erde ist aber seine Ablenkung von der Tangente in dem Kreis seiner mittleren Bewegung; diese Ablenkung, welche sich leicht berechnen ließ, wenn die gehörigen Daten bekannt waren, mußte also in einer Minute 15 Fuß betragen. Allein im Jahr 1666, als Newton zum erstenmal seine Idee der Rechnung unterwarf, bei welcher auch die Größe des Erdhalbmessers ein wesentliches Datum bildet, war letzterer noch nicht genau genug bekannt, und Newton fand 13 anstatt 15 Fuß, eine Nichtübereinstimmung, welche ihn veranlaßte, seine Idee als ungegründete Vermuthung, als zu kühne Speculation vor der Hand auf sich beruhen zu lassen. Erst im Jahr 1682 erfuhr Newton die Resultate der im Jahr 1670 in Frankreich von Picard angestellten Gradmessung. Newton nahm die Rechnung mit dem genaueren Werth des Erdhalbmessers wieder vor und konnte sie, als er das ersehnte Ergebniß sich nähern sah, vor Aufregung und Zittern nicht mehr ganz vollenden, wie einer seiner Schüler erzählt, — ein schönes Seitenstück zu der oben mitgetheilten Erzählung Keplers von sich selbst bei der Entdeckung seines dritten Gesetzes.

Dieß ist die eigentliche Entdeckung der Gravitation; ihre riesige Tragweite wird sich uns alsbald entfalten, nachdem wir zunächst noch einen Blick auf irrige Urtheile geworfen haben. Wenn es nach dem Obigen unbegreiflich ist, wenn Sachverständige, wie der Petersburger Schubert, von Keplers Sätzen über die Schwere sagen konnten, sie enthalten die ganze Theorie von Newton: so ist es auch schwer einzusehen, daß Sachverständige den zweiten Theil von Newtons Werk gegen den ersten sosehr zurückgestellt haben; wenn man z. B. einen Poisson von dem umgekehrten

[17]) Daß die durchfallenen Wege (die Fallräume) sich verhalten wie die Quadratzahlen der Zeiten.

Quadrat der Entfernung sagen hören konnte, es sei die größte Entdeckung, welche je gemacht worden ist, anstatt, eine der größten Entdeckungen sei die der Gravitation. Dieß heißt doch wahrhaftig die Sache geradezu umkehren; denn obwohl die Auffindung jenes Gesetzes die wesentliche Voraussetzung dieser Entdeckung ist, so ist doch gewiß der Kern der ganzen Leistung die Wahrnehmung der Sache selbst, dieser wirklichen, vorher in ihrer kosmischen Rolle kaum geahnten, Naturkraft. Und welcher? Die den Bau des Weltalls im Ganzen, wie den jedes Weltkörpers im Einzelnen zusammenhält; wodurch dieselben, freischwebend im unendlichen Raum, in ihren die eigene Organisation eines jeden bedingenden Beziehungen zu einander und Bewegungen nm einander erhalten nnd zu Systemen und Systemen von Systemen verbunden werden, in dem absoluten Mechanismus, wo Alles in Bewegung und Alles im Gleichgewicht ist; kurz im eigentlichen Sinn jenes „Kloben des Zeus", womit der Dichter die Weltweisen neckt.

Aber nicht nur objectiv ist die Entdeckung der kosmischen Schwere die Hauptsache; wir können uns hiervon auch subjectiv an dem Verhalten unserer großen Männer selbst überzeugen. Wir sahen an Kepler, daß er, trotz seiner richtigen Ansichten von der irdischen Schwere und trotz seiner fundamentalen Einsicht in eine die Planetenumläufe regierenden Sonnenkraft, eben an dem scheiterte, daß er das Princip der Umläufe und die Schwere nicht zusammenzubringen vermochte. Und Newton? Nach des Entdeckers eigener Empfindung ist es der Mittelpunkt seiner ganzen wissenschaftlichen Wirksamkeit, seine eigentliche Lebensidee, so sein Schaffen beherrschend, daß er sie auch in andere Gebiete übertrug, wo er Ausgezeichnetes leistete, wo sie aber nicht hingehört, namentlich in die physische Optik[18]); so sein Bewußtsein er-

[18]) Hier verhält sich Newton zu Huyghens, dem Gründer der Lichtwellenlehre, wie Kepler zu Galiläi in der Dynamik; er hielt sich bei dem Licht zunächst an die Vorstellung von der Lichtauswerfung, welche ganz einfach die Erscheinung bloß umschreibt, bildete aber die-

füllend, daß er, als er sie endlich an dem Punkte verwirklicht fand, wo er seit lange her die Sache aus empirischen Anhaltspunkten durch Rechnung nachzuweisen versucht hatte, in eine ähnliche Aufregung gerieth wie Kepler bei Auffindung des Systemgesetzes. Damit hat Newton thatsächlich die Gravitation, d. h. den Nachweis ihrer kosmischen Rolle, für die Hauptsache in seinem Werk erklärt, während er hinsichtlich des umgekehrten Quadrats der Entfernung, wie wir gesehen haben, seinen Landsleuten den ihnen gebührenden Antheil zugesteht, ohne sein Werk dadurch geschmälert zu sehen.

Jetzt, da er seinen Grundgedanken am entscheidenden Punkt im Boden der Wirklichkeit gewurzelt sieht, verfolgt Newton ihn mit kühner aber sicherer Induction, Schlag auf Schlag, bis zum höchsten Princip und entwickelt dessen zahlreiche, die ganze Astronomie aufs neue umwälzenden, Folgen in seinem großen Werk „Philosophiae naturalis Principia mathematica" 1687, von wo an in England „Naturphilosophie" stehender Ausdruck für Physik geworden ist. Diese ist freilich der vollendete Gegensatz zu jener deutschen „Naturphilosophie" des laufenden Jahrhunderts, einem Auswuchs von Kants „dynamischem System", wie die Cartesische Wirbellehre ein Auswuchs von Keplers Theorie der Sonnenkraft war. Auch verschloß diese Cartesische Physik den Continent auf lange Zeit der Newtonschen Entdeckung, welcher nicht nur Huyghens als wirklicher Cartesianer, sondern auch Leibnitz, der Rival Newtons in den mathematischen Hilfsmitteln der „Principia", fremd blieben. In Frankreich hat Voltaire der Newtonschen Lehre Bahn gebrochen, nach seiner Rückkehr aus England, von wo aus er

selbe sofort, zur Erklärung der verwickelteren optischen Erscheinungen, die er entdeckt hatte, durch Uebertragung der Gravitation zu seiner Lichtstofflehre aus, worüber ihn die Nachwelt auf physischem Boden in der Young-Fresnelschen Epoche gerichtet hat. Hier hat gewissermaßen die in der Astronomie so sehr verfehlte Wirbeltheorie ihre Früchte getragen.

1734 satirisch schreibt: „Ein Franzose, welcher nach England kommt, findet Alles anders, in der Philosophie wie in andern Dingen; er hat den Weltraum voll verlassen, er findet ihn leer; in Paris sieht man das Weltall von Wirbeln feiner Materie gähren, in London sieht man gar nichts wirbeln." In Deutschland ist es Kant, welcher der „Newtonschen Weltwissenschaft" (wie er sich ausdrückt) Bahn gebrochen hat, in seiner schon mehrfach genannten Schrift von 1755, worin er das von Newton stehen gelassene Problem vom Ursprung der Umläufe aufnimmt.

Wir haben nun noch die ganze Tragweite der Newtonschen Entdeckung und ihre Rückwirkung auf die Keplersche ins Auge zu fassen. Jetzt war das Wesen der Centralkraft erkannt, welche jenes geometrische Gesetz befolgt: es ist Massenanziehung, d. h. Anziehung, welche die Materie als solche auf andere Materie als solche ausübt, unabhängig von allem Unterschied des Stoffs, also wesentlich verschieden von magnetischer und elektrischer Anziehung, welche besonderen Stoffen oder der Materie in besonderen Zuständen zukommt und Abstoßung zur Seite hat (nach einem allgemeinen Gesetz der „Polarität"). Jetzt war klar, daß diese Massenanziehung, diese allgemeine Schwerkraft der Materie, nicht nur in jedem Weltkörper residirt und ihn zu einem Ganzen zusammenhält, sondern zugleich die physische Ursache ist, welche die Planeten und gleicherweise die Trabanten des Jupiter und Saturn, in ihren Bahnen erhält; alle befolgen ja dasselbe formelle Gesetz wie der Mond in seiner Bewegung um die Erde, nur daß die anziehende Kraft der Sonne viel größer sein muß, aber bloß deßhalb, weil mehr Masse in ihrer über fünfviertelmillionenmal größeren Kugel angehäuft ist. Jetzt war klar, daß die Gravitation der Massen überall (nicht nur bei Erde und Mond, was Kepler wußte) gegenseitig sein muß, nach Maßgabe ihrer Größe, so daß die Sonne auch gegen die Planeten und diese untereinander gravitiren, daß überhaupt jeder Weltkörper jeden

andern anzieht und von jedem andern angezogen wird nach Maßgabe der Massen und Entfernungen.

Damit sind aber die Keplerschen Gesetze zu einem bloßen Moment in der neuen Theorie der himmlischen Bewegungen herabgesetzt, indem sie die Planetenbewegungen bloß in soweit geben, als sie von der Hauptkraft, von der alle anderen zusammen weit überwiegenden Masse des Centralkörpers, allein abhängen. Jeder Planet erhält aber auch kleine Bewegungen durch die Anziehungen der anderen Planeten, welche sich mit der Hauptbewegung zusammensetzen, oder, wie man sich, eben wegen der Kleinheit dieser Nebenwirkungen, auszudrücken pflegt, er wird in seiner Bewegung um die Sonne gestört. Wenn sich aber durch diese Störungen manche Leute stören ließen, mit ihren mystischen Vorurtheilen über die sogenannte „Einfachheit" der himmlischen Bewegungen, als ob die Einfachheit nicht vielmehr in der Einheit und Durchsichtigkeit des Princips läge: so wurden die astronomischen Beobachtungen der Folgezeit um so weniger dadurch gestört; vielmehr, gleichwie die alte Kreistheorie der Genauigkeit der Tychonischen Beobachtungen nicht mehr genügte, so genügte die elliptische Theorie den wiederum weit genaueren Beobachtungen des achtzehnten Jahrhunderts nicht mehr, welche ebensoviele Bestätigungen der Störungsrechnung waren, sofern sie nur durch deren Beiziehung mit der Theorie übereinstimmten[19]). Dabei findet

[19]) Durch die früheren Beobachtungen waren Störungen, d. h. „Ungleichheiten" außer jener ersten allgemeinen (der elliptischen), nur im Mondlauf selbst schon von Ptolemäus erkannt und von Tycho vermehrt worden. Diese Mondstörungen sind nämlich allein so beträchtlich, daß sie den früheren Beobachtungen zugänglich waren, weil hier die störende Kraft die der Sonne selbst ist, indem diese zwar Erde und Mond zusammen, indessen wegen der verschiedenen Entfernung beide nicht gleich stark anzieht; Kepler aber hatte denselben, nach dem Standpunkt seiner Himmelsphysik, die Deutung gegeben, daß die bewegende Kraft der Erde derjenigen der Sonne ähnlich und aus ihr ge-

noch der Unterschied statt, daß hier die Theorie der Beobachtung vorangieng, während es in der vorhergehenden Epoche sich umgekehrt verhalten hatte; Erfolge, denen in neuester Zeit durch die Entdeckung des Planeten Neptun mittelst der Störungen die Krone aufgesetzt worden ist.

Aber noch mehr, das allgemeine Princip der Gravitation liegt gleicherweise gar verschiedenen Gravitationsverhältnissen oder Gravitationsverbänden zu Grunde, welche je ihre eigenen Gesetze haben. Ein anderes ist ein Körpersystem, welches aus einer Menge ebenbürtiger Massen besteht, ein Sternsystem, für welches aus demselben Princip andere Gesetze fließen als die Keplerschen; ein anderes ist ein System von Massen mit überwiegender Centralmasse, ein Sonnensystem, wo die Keplerschen Gesetze annähernd gelten, wie wir gesehen haben. Genaue Geltung aber kommt ihnen in aller Strenge nur zu für den einfachsten Fall, wo nur zwei Körper einander gegenüberstehen, wo sie indessen erst noch so zu fassen sind, daß jeder dieser beiden Körper eine Ellipse um den Schwerpunkt, als den gemeinschaftlichen Brennpunkt der beiden Ellipsen, beschreibt; und diese Fassung ist sehr wesentlich, wenn es sich nicht um Sonne und Planet, sondern um einen sogenannten physischen Doppelstern, d. h. um den Gravitationsverband von zwei Sonnen, handelt. Uebrigens gehört diese Anwendung der Keplerschen Gesetze dem Newtonschen Zeitalter noch nicht an, welches dieselben nur auf die Kometen ausgedehnt hatte, wie wir wissen. Aber soviel mußte bald klar werden, daß das Feststehen im Raum, welches Kepler der Sonne sowohl als den Fixsternen zuschrieb, mit dem Gravitationsprincip sich nicht verträgt, nach welchem vielmehr alle

---

schöpft sei, daher auch stärker wirke in der Linie, welche ihren Mittelpunkt mit dem der Sonne als dem „primarius fons motus“ verbinde. Im 4. Theil des 6. Buches der „Epitome Astronomiae Copernicanae.“

Weltkörper in Bewegung sein müssen, was indessen erst eine spätere Zeit aus neuen Beobachtungsschätzen constatiren konnte[20]).

Damit haben wir die Hauptstadien in der Entwicklung der alten zur neuen Astronomie ermessen und gesehen, wie unser Kepler, vermöge seiner Stellung in der Mitte dieser welthistorischen Entwicklung, in das Werk des Vorgängers zurück- und in das Werk des Nachfolgers vorgreift. In der That, wie er in wesentlichen Punkten das Werk des Copernicus zu vervollständigen hatte, so hat er, außer der vollständigen Erledigung seiner eigentlichen Aufgabe, in die Newton'sche in der Art eingegriffen, daß er nicht nur die physische Frage in der Idee erfaßte, sondern daß er auch wirkliche Anhaltspunkte für dieselbe in seiner Theorie der Schwere aufstellte; hat er ja doch selbst über eine von Newton selbst der Zukunft überlassene Frage (jene kosmogonische Frage) einen wesentlichen Gedanken hingeworfen, der sich dem speculativen Schwung seiner Forschuug dargeboten und, bei der Unvollkommenheit seines dynamischen Standpunktes, in ungetrennter Einheit mit der vorigen rein physischen Frage erhalten hatte. Diese aber und mit ihr die Aufgabe unseres Zeitalters ist mit dem Grundgesetz der allgemeinen Schwere zur vollkommenen Erledigung gekommen.

In der That, die alte Weltansicht hat nun und nun erst ganz der neuen Platz gemacht. Dort: der Erde, als dem ruhenden Weltmittelpunkt und Sitz des Schweren, gegenüber der Himmel als kugelförmige Umhüllung, wohin sich das Leichte begibt, wo die Gestirne als eine eigene Classe von

---

[20]) Ja selbst Newton betrachtet es noch als Axiom, daß das „Centrum der Welt" in Ruhe sei, und folgert daraus, daß zwar nicht die Sonne, wohl aber der gemeinschaftliche Schwerpunkt des Sonnensystems ruhe. Der Fehler liegt in der Vorstellung von einem Mittelpunkt der „Welt."

Wesen in einer Reihe von Sphären hausen; Alles allerdings himmelweit von der Erde verschieden, dieser zwiebelgestaltige Himmel mit seinen festen Sphären, mit seinen imaginären Kreisen und Punkten! Hier: der unendliche Raum mit einer unendlichen Menge von Orten, an denen sich Materie zu Weltkörpern angravitirt hat, alle in sofern, bei allem sonstigen Unterschied, wesentlich gleichartig, jeder der Idee nach den ganzen Weltraum mit seinem dynamischen Wirkungskreis umfassend, so daß all' diese Wirkungssphären sich durchdringen und, bei den durch sie selbst erhaltenen und geregelten Bewegungen, so sicher in einander eingelassen sind, wie die ruhenden Balken eines wohlgezimmerten Hauses.

Und wie lebendig und harmonisch gestaltet sich uns das geschichtliche Bild der ganzen Entwicklung, wenn wir sehen, wie bei diesen zur Lösung Einer großen Aufgabe verbundenen Männern ihre eigenthümlichen Begabungen und verschiedenartigen Denkweisen, wo man so oft bei vereinzelter Betrachtung nur Einseitigkeiten und Verirrungen erblickt, im Zusammenwirken sich ergänzen, im Gegensatz sich heben. Da kehrt der klare Geist des Copernicus die alte Ordnung mit einem kühnen Schlage um, rüttelt die alte Erde und den alten Himmel durcheinander, versetzt die Erde unter die Gestirne und macht diese zu Weltkörpern. Alsdann faßt Keplers phantasiereiche Speculation, gepaart mit großartiger geometrischer Anschauung, den Gedanken von physischen Kräften und Principien, die in dem neuen Himmel regieren, und stellt von dieser Weltallsphysik drei empirische Zeugen auf. Gleichzeitig bereichert der technisch gewandte, mit gleicher Schärfe der Sinne und des Verstandes begabte, Galiläi den neuen Himmel mit neuen Erscheinungen und unterwirft, veranlaßt durch die von der Schwere hergenommenen Einwürfe gegen die Bewegung der Erde, diese Naturkraft einer Reihe von physikalischen Experimenten und dynamischen Bestimmungen. Endlich verbindet Newton, gleich groß in Induction und Deduction, Galiläis irdische und Keplers himm-

liſche Geſetze durch eine neugeſchaffene Mathematik, macht die Schwere, dieſe bisher für eigenſtes Eigenthum der Erde gehaltene Kraft, zur allgemeinſten des Weltalls und bringt den von Wirbeln und Harmonien erregten Himmel in dem Einen durchſichtigen Gravitationsprincip zur Ruhe; ein Ziel, das ſomit erſt erreicht werden konnte, als der aſtronomiſche Hauptſtrom von Tycho-Kepler mit dem dynamiſchen Nebenfluß von Galiläi-Huyghens in Newton zur breiten Mündung in den Ocean der wahrhaften Weltwiſſenſchaft ſich vereinigte.

Zweiter Theil.

Ein Bild Keplers in Worten.

Nachdem wir uns über Keplers Stellung in der Geſchichte der Aſtronomie orientirt haben, ſchicken wir uns nun an, die große und liebenswürdige Geſtalt des deutſchen, des ſchwäbiſchen Aſtronomen näher ins Auge zu faſſen. Sein Bild ſtrahlt uns aus den zahlreichen Schriften nnd Briefen entgegen, welche nun geſammelt in modernem Gewande vor uns liegen; es handelt ſich nur darum, die überſchwengliche Strahlenfülle ſozuſagen durch das geiſtige Sammelglas des Gedankens zu concentriren, um ein ſo lebenswarmes Bild in Worten zu gewinnen, wie das in Erz, welches jetzt ſeine Vaterſtadt ziert.

Bei einem Manne der Wiſſenſchaft iſt es angezeigt, daß man vom Aeußeren zum Inneren aufſteigt. Dieß geſchieht in drei Abſchnitten. Der erſte erzählt die Schickſale und Arbeiten Keplers, welche einander zur Widerlage dienen; der zweite ſchildert Keplers Perſönlichkeit, wobei das Verhältniß des Helden zu ſeiner Zeit den Hintergrund bildet; der dritte endlich begibt ſich in die Werkſtätte ſeines ſchöpferiſchen Genius, entwickelt Keplers Idee und den Gang, welchen ſeine Forſchung von hier aus genommen, und klärt daraus den Begriff ſeines objectiven Werks und ſeiner weltgeſchichtlichen Rolle ab.

Hier reichen wir also dem zweiten Abschnitt der Einleitung die Hand.

Im ersten Abschnitt wird es sich darum handeln, Keplers Lebensgeschichte in ihre natürlichen Zeiträume einzutheilen. Bei dem Leben eines Helden der Menschengeschichte wird es in der Regel nicht fehlen, daß einem mittleren Zeitraum, in welchem der Held seine eigentliche Mission erfüllt, nicht nur eine Vorgeschichte vorangeht, sondern auch eine Nachgeschichte folgt, und sollte die letztere auch nur die Auflösung des zeitlichen Daseins betreffen. Der mittlere Zeitraum ist bei Kepler sein Aufenthalt zu Prag in der Rolle des „kaiserlichen Mathematikers“[1]).

Im zweiten Abschnitt gilt es, den Begriff des wissenschaftlichen Genius zu ermessen und seine Besonderung in unserem Helden in ein anschauliches und lebendiges Bild zu fassen. Das Zeitverhältniß eines Helden der Wahrheit ist aber seiner Natur nach ein gedoppelt zweiseitiges. Das Alte bildet stets Opposition gegen das Neue, das geistlose Herkommen ist eine feindliche Macht, mit welcher geistige Ursprünglichkeit und Freiheit stets zu kämpfen hat; aber auf der anderen Seite ist zum Empfang des Genius Alles gerüstet, die Berge sind geebnet und die Thäler ausgefüllt. Dieß ist das eine Doppelverhältniß; das andere aber ist, daß der Held einer neuen Weltansicht über seiner Zeit steht nach der einen wesentlichen Seite, auf der anderen Seite aber auch ihrem Einfluß unterworfen ist.

Im dritten Abschnitt ist die Aufgabe der Astronomie zu zergliedern und wahrzunehmen, daß Keplers leitender Grundgedanke in nichts anderem besteht, als eben in der Aufstellung dieser Aufgabe nach ihrem ganzen Umfang und in ihrer vollen idealen Höhe, von welcher Einen großartigen Idee

[1]) Diese Dreitheilung, welche ich schon in meinen Keplerprogramm von 1841 aufgestellt habe, hat auch Apelt (Reformation der Sternkunde 1852, S. 202) und Reitlinger (Johannes Kepler 1868, Einleitung S. 13) zu Grunde gelegt.

aus sofort die ganze Geschichte seines Denkens und Forschens folgerichtig sich entwickelt. In dieser inneren Geschichte aber ist alsdann Wahrheit und Irrthum, Vergängliches und Bleibendes, zu sondern, was vielleicht nirgends verschlungener, als bei Kepler, zur Verwirklichung der Entdeckung ineinanderspielt, welche eine bleibende Errungenschaft für die Menschheit bildet und seine objective Lebensaufgabe; während hiervon die subjective Fassung vielleicht nirgends mehr abweicht, dergestalt daß wohl die Hälfte seiner subjectiven Ausbeute nur als das längst wieder abgebrochene Gerüste seines objectiven astronomischen Baues zu betrachten ist.

I. Keplers Arbeiten und Schicksale.

Johann Kepler ist geboren zu Weil der Stadt, einem jetzt württembergischen Städtchen am Fuß des Schwarzwaldes im sogenannten „Strohgäu", als ein schwächliches „Siebenmonatkind"[1] und Erstling einer unglücklichen Ehe, am 27. December 1571, also sieben Jahre nach dem größten seiner demselben Gebiet des Geistes angehörigen Zeitgenossen, welcher ihn auch um elf Jahre überlebte, Galiläi. In die damalige Reichsstadt Weil war Keplers Urahn aus Nürnberg, damals der ersten Stadt des deutschen Kunstfleißes, übergesiedelt, wo seine Vorfahren als Handwerker oder Kauf-

[1]) Frisch hat in seiner „Vita Kepleri" (Op. K. VIII) aus den Pulkowaer Manuscripten ein interessantes lateinisches Notizenbuch Keplers mitgetheilt, wo dieser die bedeutsamen Vorfälle seines Lebens jahrweise mit den dabei obwaltenden astrologischen Aspecten zusammenstellt. Als Probe hieraus möge hier stehen: „Conceptio mea investigata; anno 1571 Maji d. 16. Cum abortus matris foetusque editi imbecillitas tollat suspicionem anticipatae impraegnationis, recte diem nuptiis postpono, quae fuere die 15. Maji. Cum Sol in geminis, Luna in geminis esset, quinque planetae orientales signabant masculum, Mercurius combustus, ut in meteoris vehementes ventos, ita hic debilem et properatum foetum habebat."

leute lebten und sich „Kepner" schrieben, ihre adelige Abkunft ignorirend, welche auf dem Ritterschlag eines Vorfahren durch Kaiser Sigismund zu Rom beruhte. Der Adel war endlich ganz in Vergessenheit gekommen, bis Kaiser Maximilian II. dem Großvater Keplers, als regierendem Bürgermeister zu Weil, die Documente erneuerte. Obwohl die adelige Herkunft nicht ganz bedeutungslos im Leben unseres Helden ist, so war doch von ungleich größerer Bedeutung, daß die Keplersche Familie dem lutherischen Bekenntniß zugethan war. Seine Vaterstadt selbst, jetzt überwiegend katholisch, war damals zum größeren Theil lutherisch; ist ja der württembergische Reformator Brenz ein zweites berühmtes Kind von Weil der Stadt. Keplers Vater Heinrich, das vierte unter den zwölf Kindern des Bürgermeisters Sebald Kepler, war ein ungestümer und abenteuersüchtiger Mann; die Mutter, Katharina Guldenmann, Schulzentochter aus dem benachbarten württembergischen Dorf Eltingen, eine eigensinnige und unruhige Frau, ungebildet und zum Grübeln geneigt. Auch von den drei Geschwistern, welche das reifere Alter erreichten (im Ganzen waren es sechs), waren die beiden Brüder, Heinrich und Christoph, ersterer als das förmliche Ebenbild des Vaters, dem erstgeborenen Johann sehr unähnlich; nicht so, wie es scheint, die 1584 geborene Schwester Margaretha, mit welcher Johann im Verhältniß inniger Zuneigung stand. So vereinzelt steht unser Kepler schon in seiner Familie.

Die erste Periode

von Keplers Leben enthält seine Bildungszeit und seinen sechsjährigen Aufenthalt zu Gratz, der Hauptstadt Steyermark's.

Keplers Kindheit litt unter widrigen häuslichen Verhältnissen und wiederholten Krankheiten, welche ihn übrigens auch später noch verfolgten; darunter schon 1575 eine lebensgefährliche Pockenkrankheit, welche ihn mit Verstümmlung der

Hände und Verlust des Augenlichts zwar nur bedrohte, aber eine „Blödigkeit des Gesichts", wie er sich selbst ausdrückt, für sein ganzes Leben zurückließ. Schon im Jahr 1574 ging der Vater, von Alba's Werbern verlockt, in spanische Kriegsdienste nach Belgien, wohin im Jahr darauf die Mutter ihm folgte, um ihn zurückzubringen. Nach der Rückkehr siedelten die Eltern in das benachbarte württembergische Städtchen Leonberg über und verloren, nachdem der Vater in den Jahren 1576 und 1577 abermals in Belgien gewesen war, durch eine Bürgschaft den größten Theil ihres Vermögens. Dieß hatte 1579 eine zeitweise Uebersiedelung nach Elmendingen, einem (jetzt badischen) Dorf in der Gegend von Pforzheim, zur Folge, wo Keplers Vater, nach Verkauf seines Hauses in Leonberg, eine Wirthschaft gepachtet hatte. Nachdem die Familie, wenige Jahre nachher, nach Leonberg zurückgekehrt war, verließ der Vater sie abermals 1589 in Folge häuslichen Zwistes, um nicht wiederzukehren, in demselben Jahr, in welchem auch der Bruder Heinrich nach Oesterreich entwichen war.

Schon im Jahr 1577, — dem Jahr eines berühmten Kometen, dessen Kepler sich in späteren Jahren noch wohl erinnert, wie er als kleiner Knabe von der Mutter an einen hohen Ort geführt worden sei, um ihn zu betrachten, — hatte Keplers Schulbesuch begonnen, zunächst in der „deutschen", bald hernach in der „lateinischen" Schule zu Leonberg, aber mit häufiger Unterbrechung, theils durch Krankheit, theils durch das Mißgeschick der Eltern, insbesondere die Auswanderung nach Elmendingen. Namentlich wurde ihm in den Jahren 1580 bis 1582 der Schulbesuch durch Feldgeschäfte verkümmert, bis er endlich, einerseits wegen seiner ausnehmenden Lernfähigkeit, anderseits wegen seiner Körperschwäche, 1583 zum Studium der Theologie bestimmt wurde. Er durchlief sofort, nach bestandenem „Landexamen", die württembergischen Klosterschulen, die niedere zu Adelberg, einem ehemaligen Kloster im Anblick des Hohen-

rigem Briefwechsel fortdauerte, in welchem Kepler immer als „dankbarster Schüler" unterschreibt, der ängstliche Mästlin aber von Jahr zu Jahr mit seinen Antworten karger wird. Freilich Mästlins Vorgänger Apian, vorher zu Ingolstadt wegen seines Uebertritts zur Augsburgischen Confession entlassen, mußte in Tübingen abermals auf sein Lehreramt verzichten, weil er die Concordienformel unbedingt zu unterschreiben sich weigerte. Indessen kommt zu jener Aengstlichkeit auch der Umstand hinzu, daß der alternde Mästlin hinter dem Aufschwung der Wissenschaft allmählig etwas zurückbleibt. Den empfangenen Unterricht gab Kepler noch als Studirender weiter, in mathematischen Privatstunden, wie sie namentlich Besold, der nachmalige Professor der Rechte und sein treuer Freund, bei ihm nahm, auch Thesen von Kepler zu einer Disputation erhielt.

Die drei letzten Universitätsjahre waren der Theologie gewidmet. Kepler erhielt während derselben in Studien wie in Predigten fast durchaus Noten erster Classe. Daß er in dieser Zeit auch in Disputationen mit Studirenden und in Aufsätzen das Copernicanische System vertheidigt und mit der Idee von Mondbewohnern gespielt habe, erzählt er selbst in seinen Jahresberichten 1593. Nur mit dem jüngsten seiner theologischen Lehrer, dem nachmaligen Kanzler Hafenreffer, einem Mann von vollendeter Orthodoxie zwar, aber von wissenschaftlichem Interesse und daher minder zelotischem Sinn, stand Kepler in lange andauernder freundschaftlicher Correspondenz. Daß er früher oder später mit jenem starren und zelotischen Lutherthum der Tübinger Theologen, wie es in der Concordienformel niedergelegt war, die ja selbst vorzugsweise ein Tübinger Erzeugniß ist[3]), in Con-

[3]) Durch den 1590 gestorbenen Kanzler Jakob Andreä. Die an sich schon crasse Lutherische Lehre vom Abendmahlssacrament wurde noch crasser durch das neuerfundene Dogma von der Ubiquität des Leibes Christi oder von der Allgegenwart Christi nach seiner menschlichen Natur, vermöge „der Betheiligung jeder der beiden Na-

so mißfallen, daß Kepler unter Anerkennung seines rednerischen Talents, als untauglich erachtet worden sei, an der württembergischen Kirche mitzuarbeiten.

Lassen wir indeß immerhin Keplers Aussicht auf ein württembergisches Kirchenamt dahingestellt sein. Der Gang der Ereignisse entschied für die mathematische Laufbahn. Kaum war das erste Vierteljahr des fünften Universitätsjahres verflossen, als ihm die erledigte Lehrstelle der Mathematik und Moral an dem ständischen Gymnasium zu Gratz angetragen wurde. In Steyermark, wie überhaupt in Oesterreich, war damals das Augsburgische Bekenntniß zu einer großen Verbreitung gelangt, und die steyerischen Stände waren gewohnt, Geistliche und Lehrer aus der württembergischen Vorrathskammer, dem Stift, zu beziehen. Kepler nahm an, entschlossen, weil auf württembergische Staatskosten erzogen, jeder Verfügung über seine Person Folge zu leisten, aber, wie er beifügt[6]), „in Wahrheit durch die Autorität seiner Lehrer hinausgestoßen", und mit ausdrücklicher Wahrung seines Rechts auf eine „glänzendere Stellung", womit er ein Kirchenamt meint, an welches er aber schon vier Jahre später nicht mehr denkt. Er begab sich, unter Zustimmung des Herzogs und der Seinigen, schon im März 1594 nach Gratz, um sein Amt mit einem Gehalt von 150 fl. anzutreten. Hier sind die Hauptereignisse: sein erstes wissenschaftliches Werk, wodurch er seinen ewigen Beruf im Reiche des Geistes inaugurirte, seine Heirath mit einer begüterten Steyermärkerin, und die steyerische Protestantenverfolgung, welche ihm als Märtyrer seines Glaubens den Besitz gänzlich verkümmerte und ihn, in Verbindung mit dem durch den „Prodromus" erlangten Ruf, nach Prag führte.

Außer dem Lehramt gehörte zu seinen Amtsgeschäften die Verfertigung des steyerischen Landeskalenders,

[6]) In der berühmten Stelle der Einleitung zum zweiten Theil der „Astronomia Nova", auf welche wir im zweiten Abschnitt zurückkommen werden.

zwar nach gregorianischer Zeitrechnung, aber in der ganzen astrologischen Ausstattung mit „Prognostiken", worauf damals Jedermann, vom Bauer bis zum Fürsten, den größten Werth legte. Sogleich mit dem ersten seiner Kalender aufs Jahr 1595[7]) hatte Kepler das Glück, daß seine Prophezeihungen von Bauernunruhen und von einem ausnehmend strengen Winter eintrafen, was ihm bei der Menge einen nicht minder großen Ruf verschaffte als der „Prodromus" bei den Gelehrten. Zugleich aber suchte Kepler jetzt das Copernicanische Weltsystem von einer ganz neuen Seite her zu begründen, indem er es aus inneren physischen und, wie sie damals noch so vielfach vermengt wurden, metaphysischen Ursachen zu deduciren suchte; er fing an über den Bau des Sonnensystems zu philosophiren. Da ergreift ihn die Idee, welche sofort sein geistiges Leben beherrschte, und er legt den Grundstein seines neuen astronomischen Gebäudes in der 1795 verfaßten Schrift, bekannt unter dem Namen „Prodromus" oder „Mysterium cosmographicum"[8]). Das Werk sollte in Tübingen gedruckt werden. Mästlin war erstaunt über die Originalität der Gedanken und gab an den akademischen Senat ein lobendes Gutachten ab; Kepler erwiederte auf das Lob, er, sein bester Lehrer, sei die Quelle des Stroms. Die Theologen aber nahmen Anstoß an der darin zu Grunde liegenden „der heiligen Schrift widerstreitenden" Lehre von der Bewegung der Erde, ohne

[7]) Dieser sowie die für 1596 und 1597 sind verloren; die für 1598 und 1599 aber haben sich erhalten und ihre Prognostiken sind nebst drei späteren für 1602, 1605 und 1619 unter Keplers astrologische Schriften in dem ersten Band der Gesammtausgabe von Frisch aufgenommen.

[8]) In deutscher Uebersetzung heißt der vollständige Titel: Erstling kosmographischer Abhandlungen, enthaltend das kosmographische Geheimniß von dem wunderbaren Verhältniß der himmlischen Bahnen und von den wahren Ursachen, welche der Anzahl und Größe der Bahnen, sowie den periodischen Bewegungen zu Grunde liegen, nachgewiesen durch die fünf regulären geometrischen Körper von Johannes Kepler.

indessen dem Anstoß weitere Folge zu geben, weil der Herzog für die Sache sich interessirte. Dieß hatte ihm Mästlin erst nach dem Druck mitgetheilt; er wollte alsdann diesen vermeintlichen „Widerstreit" widerlegen, gab aber den Vorsatz wieder auf, bewogen durch Hafenreffers Vorstellungen, er würde durch einen solchen Versuch nur neue Streitigkeiten hervorrufen, er solle sich überhaupt in die Theologie gar nicht einmischen, sondern sich ganz innerhalb des astronomischen Gebiets halten[9]). Nachdem der „Prodromus" im Jahr 1596 zu Tübingen gedruckt worden war, überschickte ihn Kepler den Astronomen seiner Zeit und gelangte dadurch zu großem Ruf, und namentlich auch in Verbindung mit Galiläi und Tycho Brahe. Begrüßte Galiläi in ihm einen Gesellschafter in Entdeckung der Wahrheit, so lud ihn Tycho schon 1598 zu einem Besuch ein, unter Anerkennung seines erfinderischen Talents, aber freilich auch mit der Anmuthung, eine solche Theorie auch dem Tychonischem System anzupassen. Ebenfalls von dem „Prodromus" her datirt sich seine Correspondenz mit dem bayrischen Kanzler Herwart von Hohenberg und die ergebene Gönnerschaft dieses Affiliirten der Jesuiten.

In demselben Jahr, in welchem der Prodromus erschien, verlobte sich Kepler mit der 23jährigen Tochter des Müllers und Gutsbesitzers Jobst Müller, Herrn von Mühleck, einem Schlößchen in der Nähe von Gratz[10]). Barbara

---

[9]) Der Briefwechsel mit Hafenreffer über diesen Gegenstand ist aus dem Jahr 1598. Keplers Auseinandersetzung mit der Bibel steht nun in der Einleitung zur „Astronomia Nova". Darüber sagt der wackere Ständlin (vgl. Note 4): „hier kommen über Stellen der Schrift, welche sich auf Astronomie und Kosmogonie beziehen, Gedanken vor, die man unter uns, mehr als 1½ Jahrhunderte nachher, mit großem Bombast als lauter neue Entdeckungen vorgetragen hat."

[10]) Wenn Kepler in seinen Jahrsberichten 1794 sagt, er habe eine Liebe nach Steyermark mitgebracht, und 1795 von mancherlei

war schon zum zweitenmal Wittwe (das erstemal durch des Gatten Tod, das andremal durch Ehescheidung), und Mutter einer Tochter, die sie in ihrer ersten Ehe mit einem reichen Manne 1590 im 17. Jahr ihres Alters geboren hatte. Um den Nachweis seiner adeligen Herkunft zu liefern, welchen der „Herr von Mühleck" zur Bedingung seiner Zustimmung machte, reiste Kepler im Jahre 1596 nach Württemberg, zugleich auch in Sachen des „Prodromus", und blieb sieben Monate aus. Diese Zeit scheinen seine Widersacher zu Umtrieben benutzt zu haben, um die Verbindung wieder aufzulösen. Kepler dachte schon an einen andern Lebensweg, als ein Rückschlag eintrat, weil die Heirathssache schon an das Pfarramt gekommen war. Im April 1597 fand die Heirath statt. Die beiden ersten Kinder aber, welche zu Gratz das Licht der Welt erblickten, erst ein Sohn 1598, dann eine Tochter 1599, starben bald, und Kepler mußte ausrufen: „es ist Alles eitel, ganz eitel", obwohl ihm die Sterne für das Jahr 1598 Großes angezeigt hatten: „einen Sohn von edlem Geist, gewandtem Körper und Händen, Geschick für Mathematik und Mechanik."

Schon im Jahr 1597 hatte Kepler die Katastrophe vorausgesehen, welche den Protestanten in Inneröst erreich (Steyermark, Kärnten, Krain) drohte. Im Jahr 1598 brach sie herein mit dem Regierungsantritt des jungen Erzherzogs Ferdinand (nachmaligen Kaisers Ferdinand II), eines Zöglings der Jesuiten zu Ingolstadt, welcher zu Loreto der heiligen Jungfrau die Ausrottung des Protestantismus in seinen Erblanden gelobt hatte. Im September dieses Jahres erschien das Edict, welches alle protestantischen Geist-

---

Wechselfällen der Liebe spricht, bis am 17. Dec d. J. „Vulcan ihm das erste Wort gesagt habe de mea Venere mecum liganda": so kann wohl nur das letztere auf die Steyermärkerin Barbara sich beziehen, aber nicht ersteres. Eine dem Roman entsprechende Ausschmückung der Sache findet man in der lesenswerthen Erzählung „Johannes Kepler" von Julie Burow (Pfannenschmidt) 1857.

lichen und Lehrer aus dem Lande verwies. Auch Kepler begab sich über die ungarische Gränze, wurde aber bald wieder unter Ertheilung eines fürstlichen Schutzbriefes zurückgerufen. Denn die Jesuiten schätzten seine hohe Begabung und Gelehrsamkeit und besonders seine astronomische Meisterschaft[11]) und trachteten zugleich, den toleranten und nichts weniger als fanatischen Mann für den katholischen Glauben, wenn auch nur heimlich, zu gewinnen, oder ihn wenigstens, auch ohne Aenderung des Glaubens, in ihren Dienst zu ziehen. Viel spätere Versuche der Art gehen aus den Briefen der Jesuiten Guldin und Albert Kurz an Kepler hervor[12]). Daß sie aber auch ebendamals stattgefunden haben, wenn auch keineswegs von Seiten Herwarts, wie Breitschwert meint, geht daraus hervor, daß Kepler noch im December 1598 in einem Briefe an seinen Gönner Herwart seine Anhänglichkeit an das Augsburgische Bekenntniß und seine Unfähigkeit, in Sachen der Religion zu heucheln, mit größter Entschiedenheit auszusprechen sich gedrungen sah.

Das Gymnasium zu Gratz war bereits verödet. Kepler konnte sich ganz seinen Studien widmen. Zu den astronomischen gesellten sich bereits auch chronologische. Im Jahr 1598 trug er sich mit einer Reihe kosmographischer Abhandlungen, die dem „Prodromus" folgen sollten, — die erste über das Weltall und dessen unbewegliche Gegenstände (Sonne, Fixsterne), die zweite über die beweglichen, die dritte über die einzelnen Körper, besonders die Erde mit ihren Gebirgen, Gewässern u. s. w., die vierte über die Beziehungen

---

[11]) Förster in seinem Vortrag „Johann Kepler und die Harmonie der Sphären" findet die Ursache von dem ausnehmenden Eifer, womit die Jesuiten die Astronomie betrieben, in ihren chinesischen Missionen seit dem Ende des 16. Jahrhunderts, weil sie durch nichts sicherer, als durch Ueberlegenheit in der astronomischen Praxis, ihre Macht im Reich der Mitte zu begründen hofften.

[12]) Vgl. Frisch Op. K. VIII, S. 907 u. 960. Guldin ist der durch seine „Schwerpunktsregel" allbekannte Mathematiker.

zwischen Erde und Himmel; — und zu Ende des Jahres 1599 hat er Methode und Grundzüge zu einer Abhandlung über die „Harmonie der Welt“[13]. Außerdem beschäftigte ihn die Abweichung der Magnetnadel, die atmosphärische Strahlenbrechung, die Ursache von der Schiefe der Ekliptik (warum gerade $23\frac{1}{2}$ Grad?), woran sich ihm „Betrachtungen über die Weisheit des Schöpfers bei Erschaffung der Welt“ knüpften; wie auch der Streit zwischen Tycho und Ursus (Tychos Vorgänger in Prag), welcher die Aufstellung des Tychonischen Systems für sich in Anspruch genommen hatte, da dessen letzte Quelle schon bei Apollonius von Perga zu suchen sei (vgl. oben S. 15).

Mittlerweile war die Verfolgung der Protestanten in Ferdinands Erblanden auch auf die Bürger ausgedehnt worden mit dem Edict der „Reformationscommission“, das an jeden Einzelnen gelangte: katholisch werden oder, nach Verkauf, resp. Verpachtung der liegenden Güter, das Land verlassen. Um die Mitte des Jahres 1600 kam die Aufforderung auch an Kepler, welcher schon seit dem vorigen Jahre seine Stellung in Gratz als unhaltbar erkannt, und, so sehr die Gattin an den heimatlichen Gütern hing, nach einer anderen Unterkunft sich umgesehen und namentlich in Briefen an Mästlin um ein Lehramt in Tübingen — an ein Kirchenamt dachte er damals nicht mehr[14] — sich beworben hatte. Man sollte denken, daß der Mann, dessen Protestantismus die Feuerprobe bestanden hatte, der Mann, der zugleich in der Wissenschaft zu europäischem Ruf gelangt war, in seinem Vaterland nunmehr mit offenen Armen auf-

[13]) Die endliche Ausführung dieser beiden Projecte vertheilt sich an die zwei späteren großen Werke Keplers: die Weltharmonik und das Lehrbuch der Copernicanischen Astronomie.

[14]) Schon im October 1595 hatte Kepler an Mästlin geschrieben: „ich wollte Theolog sein, lange trieb es mich um, aber siehe da, Gott wird durch meine Arbeit auch in der Astronomie verherrlicht.“

genommen worden wäre, allein in Tübingen waren alle Versuche vergebens. Mästlin hatte auf die traurigen, ja verzweifelnden Briefe Keplers aus dieser Zeit, lange keine, endlich aber nur die Antwort, Kepler hätte sich an bessere Kenner der politischen Verhältnisse wenden sollen, er sei selbst ein Kind in solchen Dingen.

Mittlerweile war aber auch Anderes geschehen; der aus Dänemark flüchtige Tycho war von Kaiser Rudolf in Prag aufgenommen worden[15]), und schon im December 1599 war die bestimmte Einladung Tycho's an Kepler ergangen, zu ihm, als Gehilfe seiner Arbeiten, nach Prag zu kommen. Auf dieses hin war Kepler zu Anfang des Jahres 1600 vorläufig nach Prag gereist, um die dortigen Verhältnisse kennen zu lernen und über die Bedingungen mit Tycho sich zu vereinbaren. Im October des Jahres 1600 fand, nach einem letzten vergeblichen Versuch in Tübingen, Keplers Uebersiedelung nach Prag statt, wo er damals fieberkrank ankam, nachdem er die Güter der Gattin vor der Hand verpachtet hatte. Damit beginnt

Die zweite Periode

und umfaßt den elfjährigen Aufenthalt Keplers zu Prag, als dem Orte, wo er seine weltgeschichtliche Bestimmung erfüllen sollte, die übrigens keineswegs schattenlose Höhezeit seines Lebens. Kepler hatte seine Arbeiten, vornehmlich die Theorie des Mars, als Untergebener Tycho's begonnen, jedoch sich von vorn herein ausgewirkt, die Beobachtungen in seiner Weise behandeln zu dürfen. Seit seiner ersten Zusammenkunft mit dem stolzen, heftigen Mann, dem an Befehlen gewöhnten dänischen Baron, war es zu manchem wissenschaftlichen Streit gekommen, später auch zu Mißhelligkeiten in Geldsachen, da Kepler von Tycho

---

[15]) Vgl. Einleitung, zweiter Abschnitt. Zwei flüchtige Astronomen trafen sich also zu Prag.

auch seine Besoldung zu beziehen hatte. Da starb Tycho plötzlich im October 1601, noch auf dem Sterbebette in Kepler dringend, er, der Copernicaner, möchte Alles nach dem Tychonischen System ausführen. Kepler dichtete eine Elegie auf den Tod des großen Astronomen[1]) und war den Erben bei Herausgabe von Tycho's „astronomischen Vorübungen" behilflich; ließ dagegen die Apologie Tychos gegen Ursus", welche er auf Tycho's Verlangen noch zu dessen Lebzeiten ungern verfaßt hatte, nach dem Tod dieser beiden Männer unvollendet und ungedruckt unter seinen Manuscripten liegen; während er in viel späterer Zeit noch einmal für den Dänen, der zugleich sein Freund und sein Gegner war, die Lanze eingesetzt hat, in seiner 1625 geschriebenen Vertheidigung Tycho's gegen des Italieners Claramontius „Antitycho"[2]). Aber dort, gegen Ursus, handelte es sich, wie wir schon wissen, um die Priorität des Tychonischen Systems; hier, gegen Claramontius, um Tycho's große Entdeckung von der Stellung der Kometen unter den Himmelskörpern, welcher der Italiener die alte Ansicht von ihrer sublunaren (d. h. atmosphärischen) Stellung entgegengehalten hatte.

So edel benahm sich Kepler fortwährend gegen Tycho, trotz der Widerwärtigkeiten, die er von diesem selbst und später von seinen Erben und Anhängern zu erfahren hatte. Kepler wurde sofort Nachfolger Tycho's als kaiserlicher Mathematiker (Hofastronom) mit einem persönlichen Gehalt von 500 Gulden, von welchem aber, bei den durch

[1]) Sie steht mit anderen Gedichten Keplers im 8. Band der gesammelten Werke (S. 138) und hat die Unterschrift „Joannes Keplerus moestus posuit".

[2]) „Tychonis Brahei Dani Hyperaspistes (Schildhalter) adversus Scipionis Claramontii Caesenatis Anti-Tychonem, in aciem productus a. J. Keplero". Weil auf die Kometenfrage bezüglich steht diese Schrift im 7. Bande der Werke, die „Apologia Tychonis contra Ursum" (aus den Pulkowaer Manuscripten) im ersten Band.

Alchimisten und Anderes erschöpften Finanzen des Kaisers, bloße Abschlagszahlungen von der Hofkammer in förmlichen Belagerungen herausgepreßt werden konnten[3]. Dieß war nicht die größte, aber auch nicht die geringste von den Mühseligkeiten, welche unsern Helden stets bedrängten, auch in jener glänzendsten Strecke seiner wissenschaftlichen Laufbahn, die wir nun vor uns haben, bis eine neue Katastrophe die Stellung in Prag gänzlich auflöst.

Die amtliche Hauptaufgabe Keplers, neben welcher die Befriedigung der astrologischen Bedürfnisse seines Kaisers zum Amt gehörte[4], war die Verbesserung der astronomischen Tafeln auf den Grund der Tychonischen Beobachtungen. Die Berechnung der neuen Rudolfinischen Tafeln, welchen Namen ihnen noch Tycho geschöpft hatte, setzte aber die Kenntniß der richtigen Elemente und vollends der Gesetze der Planetenbahnen voraus. Deren Erforschung nahm Kepler in der noch bei Tycho's Lebzeiten begonnenen, bei der damaligen Unvollkommenheit der rechnenden Mathematik doppelt mühevollen, großen Marsarbeit vor. Die Reform der Astronomie erforderte aber auch die Verbesserung der optischen Hilfskenntnisse, welche Kepler als „den optischen Theil der Astronomie" begreift, und deren Verfolgung zu

---

[3]) Sogleich vom Jahr 1602 meldet Kepler, er habe zwei volle Monate mit Stehen in der Hofkammer zugebracht und am 9. März das erste Geld erhalten. — Wenn die nominelle Besoldung Tycho's 3000 fl. betragen hatte, so waren darin Kosten für Sternwarte, Drucksachen, Gehilfen begriffen, namentlich z. B. Keplers Besoldung zu Lebzeiten Tycho's.

[4]) Auf die Astrologie bezog sich eine der ersten Prager Arbeiten: „Ueber die zuverlässigeren Grundlagen der Astrologie, eine zur Kosmotheorie hinzielende Abhandlung" 1602; hierauf 1603 der deutsche Bericht an Rudolf II über das „feurige Dreieck", einen Gegenstand aus der crassen Astrologie. Eine zweite bedeutende Schrift in der astrologischen Frage, der „Tertius Interveniens", erschien in deutscher Sprache gegen Ende des Prager Aufenthaltes im Jahr 1610, auf welche wir im zweiten Abschnitt zurückkommen werden.

den Principien, worauf er ja überall ausging, ihm auch eine höchst bedeutende Stelle in der Geschichte der Optik anweist. Von den beiden Werken erschien zuerst die optische Astronomie, nämlich im Jahr 1604 [5]). Erst 1809 erschien das andere, die „Neue Astronomie, welche auf die Ursachen zurückgeht" [6]), unter Keplers Hauptwerken das Hauptwerk, mit der darin aufgestellten elliptischen Theorie der Planetenbewegung, von ihm auch „Himmelsphysik" genannt. Wie umfassend Kepler hierbei die Physik in seinen Bereich zog, erhellt besonders auch daraus, daß er, der schon früher, wie wir gesehen haben, mit dem Magnetismus sich beschäftigt hatte, nunmehr das eben damals erschienene Werk des Engländers Gilbert studirte und für die Planetenbewegung (freilich irrthümlich) ausbeutete, das Werk, in welchem zuerst die Lehre vom Erdmagnetismus begründet

---

[5]) Titel in deutscher Uebersetzung: „Nachträge zu Vitellio, worin der optische Theil der Astronomie gelehrt wird, namentlich von der künstlichen Beobachtung und Schätzung der Durchmesser und der Finsternisse von Sonne und Mond, mit Beispielen ausgezeichneter Finsternisse; der Leser findet in diesem Buche, unter vielem anderem Neuen, eine klare Auseinandersetzung über den Hergang des Sehens und über die Function der Feuchtigkeiten des Auges, gegen Optiker und Astronomen gerichtet". Vitellio (oder Vitello), von väterlicher Seite ein Pole, von mütterlicher ein Thüringer, ist der älteste Schriftsteller im Abendland über Optik aus dem 12. Jahrhundert. Der Titel „Paralipomena" ist sehr bescheiden; denn Kepler hat nur sehr wenig von Vitellio's Schrift benutzt, welche nebst derjenigen des Arabers Alhazen in Risners „Thesaurus opticus" 1572 gedruckt ist.

[6]) So oder ähnlich und nicht mit „wohlbegründet", wie Deinhardt will, vergl. Einleitung Note 2) ist *αιτιολογητος* zu übersetzen. Der ganze Titel lautet übersetzt: „Neue Astronomie, welche nach den Ursachen forscht, oder himmlische Physik, aufgestellt in Commentarien über die Bewegungen des Planeten Mars aus den Beobachtungen des Tycho Brahe, aus Auftrag und auf Kosten Kaiser Rudolfs II, durch mehrjähriges beharrliches Studium ausgearbeitet zu Prag von J. Keyler."

worden ist[7]). Und als ihm von tychonischer Seite durch Longomontan Zeitverschwendung durch physische Speculationen vorgeworfen wurde, erwiderte er diesem in einem Brief vom Jahr 1605: „ich gestehe, daß ich die letzten fünf Jahre meist mit physikalischen Forschungen über die Bewegungen des Mars mich beschäftigt habe; denn ich glaube, daß diese Wissenschaften so genau mit einander zusammenhängen, daß keine ohne die andere bestehen kann."

Obgleich die beobachtende Astronomie, wegen seiner Augenschwäche und wegen Mangels an technischem Geschick, weniger Keplers Sache war: so setzte er doch, wie wir schon wissen, zu Prag die Planetenbeobachtungen fort, indem er besonders neue Marsörter, sowie alle Constellationen und Finsternisse beobachtete; auch vermehrte er Tycho's Fixsternverzeichniß[8]). Allein er sollte auch ganz neue Dinge am Himmel zu sehen bekommen und der Welt darüber Bericht erstatten; denn er that dieß bei allen merkwürdigen Erscheinungen des Himmels aus seiner Zeit, und stets so, daß er von der Erscheinung zur Theorie sich zu erheben strebt. Dahin gehören die sogenannten „neuen" Sterne von 1600 und 1604 und der Komet von 1607, der erste, welcher berechnet worden ist und den Namen seines Berechners Halley erhalten hat[9]). Kepler hatte 1608 in deutscher

[7]) Gilbert de magnete magneticisque corporibus et de magno magnete Tellure Physiologia nova, 1600. Wir kommen im dritten Abschnitt hierauf zurück.

[8]) Indem er die von Tycho weggelassenen Sterne aus dem alten Hipparchischen, von Ptolemäus verbesserten, Catalogen aufnahm und die Längen und Breiten dieser „semityphonischen" Sterne für Neujahr 1600 ansetzte, d. h. für dieselbe Epoche wie die „tychonischen". Vgl. Frisch Op. K. VIII, S. 640.

[9]) Es war seine vierte sicher nachgewiesene Erscheinung, die nächste fünfte Erscheinung fand 1682 statt. Halley wies die Identität des letzteren mit dem von 1607, welchen er nach den Beobachtungen von Kepler, Longomontan und Harriot berechnete, und dem von 1531 (nach Apians Beobachtungen) nach und sagte seine sechste Erscheinung für 1759 voraus.

Sprache über dieſen Kometen und ſeine Bedeutung berichtet, gründlicher aber ging er auf die Kometenfrage erſt aus Gelegenheit der Kometen von 1618 ein. Ueber den „Stern im Fuß des Schlangenträgers" — man kann ihn „Keplers Stern" ſchlechtweg nennen, — welcher im September 1604 plötzlich aufleuchtete, heller als Jupiter und Venus ſtrahlte und im Februar 1606 gänzlich verſchwunden war, ſchrieb Kepler eine eigene größere Schrift und verglich ihn mit „Tycho's Stern" in der Caſſiopeja vom Jahr 1572, durch welchen dieſer für die Aſtronomie gewonnen worden ſein ſoll. Einen Anhang zu der 1606 erſchienenen Schrift[10]) bildet die an den Baron Hoffmann gerichtete aſtronomiſche Erzählung von dem bisher unbekannten Stern im Schwanen, welcher im Jahr 1600 erſtmals wahrgenommen und bisher als Stern dritter Größe ſichtbar geblieben war, ſo daß Kepler zweifelt, ob er wirklich neu ſei. Welche Senſation ſolche Himmelserſcheinungen in jenem aſtrologiſchen Zeitalter machen mußten, läßt ſich denken; ſind ſie ja auch noch für uns räthſelhaft genug, ſowohl die veränderlichen Sterne, zu welchen Keplers Schwanenſtern gehört, als die plötzlichen Sternauflodernngen, zu welchen die Sterne von 1572 und 1604 zu gehören ſcheinen, wie, als neueſte Erſcheinung dieſer Art, der Stern von 1866 in der Krone[11]).

[10]) „J. Keplers Schrift über den neuen Stern im Fuß des Schlangenträgers und die mit ſeinem Erſcheinen begonnene neue Periode des feurigen Dreiecks, voll von theils anerkannten, theils paradoxen aſtronomiſchen, phyſiſchen, metaphyſiſchen, meteorologiſchen und aſtrologiſchen Erörterungen. Beigegeben ſind 1) der Bericht von dem „unbekannten Schwanenſtern", 2) eine Unterſuchung über das wahre Geburtsjahr Chriſti (das Band für letzteres iſt der Stern der Weiſen, an welchen die neuen Sterne erinnerten). Ein kurzer deutſcher Bericht von dem Stern des Jahres 1604 war ſchon 1605 von Kepler publicirt worden. Eine deutſche Streitſchrift gegen Röslin wegen des Buches vom neuen Stern, mit aſtrologiſchen Beziehungen, erſchien 1609.

[11]) Es hätte hier noch von einem vierten Phänomen die Rede ſein können, dem Kepler eine kleine dem Herzog von Württemberg

Aber noch nicht genug des Neuen am Himmel! In einem zweiten Act geht der Vorhang noch gewaltiger hinauf. In demſelben Jahre, in welchem das große Marswerk endlich im Druck erſchienen war, hatte Galiläi ſein Fernrohr erfunden und die Entdeckungen gemacht, welche 1610 ſein „Nuncius sidereus" verkündigte, wie wir von der Einleitung her wiſſen. Kepler ſchwärmte förmlich in der Fülle der neuen Himmelserſcheinungen, wie aus ſeinen Briefen aus dieſer Zeit und aus ſeiner „Auseinanderſetzung mit Galiläi's Himmelsboten", einem ausführlichen lateiniſchen Sendſchreiben an den großen Italiener vom Jahr 1610, zu erſehen iſt. Nachdem er im Auguſt deſſelben Jahres ein Galiläiſches Fernrohr durch den Erzbiſchof Ernſt von Cöln, einen bayeriſchen Prinzen, bei deſſen Rückkehr aus Oeſterreich erhalten hatte, erblickte er auch ſelbſt die „neue joviale Welt" und ſchrieb ſeine kleine „Erzählung über die von ihm beobachteten Jupiterstrabanten" 1611. Das Fernrohr führte ihn aber überdieß zur Optik zurück und in demſelben Jahr erſchien auch ſeine berühmte „Dioptrik"[12]),

---

dedicirte Schrift im Jahr 1608 widmet „Mercurius in sole visus", wenn nicht dieſe Erſcheinung, die er mit ſeinem Gehilfen Bachazek im Mai 1607 wahrgenommen haben will, vielmehr ein Sonnenfleck geweſen wäre; ein Irrthum, den er ſpäter, nach Entdeckung der Sonnenflecken im Jahr 1610, in Schriften und Briefen zugeſtand. Ein neues Phänomen bleibt es aber jedenfalls, gleichſam ein Sonnenfleck vor der eigentlichen teleſcopiſchen Entdeckung der Sonnenflecken!

[12]) „Dioptrik oder Nachweiſung deſſen, was mit dem Sehen und den ſichtbaren Gegenſtänden durch das jüngſt erfundene Fernrohr (Perspicillum oder Conspicillum) vorgeht, mit einer Vorrede, in welcher Galiläi's briefliche Mittheilungen über das, was er ſeit dem „Nuncius sidereus" Neues und Wunderbares am Himmel mittelſt des Fernrohrs entdeckt hat, und des Franzoſen Pena Vorbemerkungen zu Euklids Optik über deren Gebrauch in der Philoſophie beſprochen werden". Die Schrift iſt dem oben genannten Erzbiſchof von Cöln gewidmet; in der Widmung ſagt Kepler, er habe ſeiner Schrift den Namen Dioptrik geſchöpft, da Euklids Optik eigentlich nur eine „Katoptrik" (Lehre von

in welcher er das Princip eines eigenen Fernrohrs aufstellt, welches noch heute das Kepler'sche oder das astronomische schlechtweg heißt, ganz verschieden vom holländischen oder Galiläischen (d. h. dem von Galiläi dem holländischen nacherfundenen) Fernrohr. Hatte er in der optischen Astronomie das Auge selbst auf die kürzlich erfundene Dunkelkammer (Camera obscura [13]) zurückgeführt, so bestand das Keplersche Fernrohr in einer Dunkelkammer, deren Bild mit einem Vergrößerungsglas (Lupe) betrachtet wird. Uebrigens beruhen seine dioptrischen Constructionen nur auf genäherten Ergebnissen; denn das richtige Princip der Dioptrik, das sogenannte „Cartesische Brechungsgesetz" fand er nicht, sondern der noch vor ihm gestorbene Holländer Snellius; die technische Ausführung seines Fernrohrs aber hat er Anderen überlassen [14]). In demselben Jahr mit der Dioptrik erschien endlich die kleine Abhandlung über die Gestalt des Schnees [15]), ein merkwürdiges Zeugniß von Keplers Universalität in der Physik, indem er hier, doch ohne viel Erfolg,

---

der Zurückwerfung und Spiegelung) sei. In der Vorrede bricht er in die Worte aus: „o vielkundiges Perspicill, kostbarer als jegliches Scepter, oder steht nicht der, welcher dich in der Rechten hält, da wie ein König, ein Herr der Werke Gottes?"

[13]) Nämlich die Camera obscura mit einem Linsenglas, die in der zweiten Ausgabe von Porta's natürlicher Magie 1589 beschrieben ist, während in der ersten von 1558 noch die unvollkommenste und ursprünglichste Form der Dunkelkammer, die ohne Linse, vorkommt, welche unter Anderen schon Leonardo da Vinci († 1519) gekannt hat.

[14]) Im Vorbeigehen sei hier der von Kepler in den ersten Zeiten zu Prag erfundenen hydraulischen Maschine gedacht, worüber Frisch Op. K. V, S. 632 u. ff.

[15]) „Strena" seu de Nive sexangula, eigentlich ein Sendschreiben an den Kaiserlichen Geheimrath Wackher von Wackenfels, seinen Gönner, dem er damit ein beziehungsvolles Präsent (Strena, zunächst Wahrzeichen) macht. Er kommt auch auf andere Beispiele regelmäßiger Gestaltungen in der Natur zu sprechen, namentlich die Bienenzellen.

Aber noch nicht genug des Neuen am Himmel! In einem zweiten Act geht der Vorhang noch gewaltiger hinauf. In demſelben Jahre, in welchem das große Marswerk endlich im Druck erſchienen war, hatte Galiläi ſein Fernrohr erfunden und die Entdeckungen gemacht, welche 1610 ſein „Nuncius sidereus“ verkündigte, wie wir von der Einleitung her wiſſen. Kepler ſchwärmte förmlich in der Fülle der neuen Himmelserſcheinungen, wie aus ſeinen Briefen aus dieſer Zeit und aus ſeiner „Auseinanderſetzung mit Galiläi's Himmelsboten“, einem ausführlichen lateiniſchen Sendſchreiben an den großen Italiener vom Jahr 1610, zu erſehen iſt. Nachdem er im Auguſt deſſelben Jahres ein Galiläiſches Fernrohr durch den Erzbiſchof Ernſt von Cöln, einen bayeriſchen Prinzen, bei deſſen Rückkehr aus Oeſterreich erhalten hatte, erblickte er auch ſelbſt die „neue joviale Welt“ und ſchrieb ſeine kleine „Erzählung über die von ihm beobachteten Jupiterstrabanten“ 1611. Das Fernrohr führte ihn aber überdieß zur Optik zurück und in demſelben Jahr erſchien auch ſeine berühmte „Dioptrik“[12]),

---

dedicirte Schrift im Jahr 1608 widmet „Mercurius in sole visus“, wenn nicht dieſe Erſcheinung, die er mit ſeinem Gehilfen Bachazek im Mai 1607 wahrgenommen haben will, vielmehr ein Sonnenfleck geweſen wäre; ein Irrthum, den er ſpäter, nach Entdeckung der Sonnenflecken im Jahr 1610, in Schriften und Briefen zugeſtand. Ein neues Phänomen bleibt es aber jedenfalls, gleichſam ein Sonnenfleck vor der eigentlichen teleſcopiſchen Entdeckung der Sonnenflecken!

[12]) „Dioptrik oder Nachweiſung deſſen, was mit dem Sehen und den ſichtbaren Gegenſtänden durch das jüngſt erfundene Fernrohr (Perspicillum oder Conspicillum) vorgeht, mit einer Vorrede, in welcher Galiläi's briefliche Mittheilungen über das, was er ſeit dem „Nuncius sidereus“ Neues und Wunderbares am Himmel mittelſt des Fernrohrs entdeckt hat, und des Franzoſen Pena Vorbemerkungen zu Euklids Optik über deren Gebrauch in der Philoſophie beſprochen werden“. Die Schrift iſt dem oben genannten Erzbiſchof von Cöln gewidmet; in der Widmung ſagt Kepler, er habe ſeiner Schrift den Namen Dioptrik geſchöpft, da Euklids Optik eigentlich nur eine „Katoptrik“ (Lehre von

in welcher er das Princip eines eigenen Fernrohrs aufstellt, welches noch heute das Kepler'sche oder das astronomische schlechtweg heißt, ganz verschieden vom holländischen oder Galiläischen (d. h. dem von Gälileäi dem holländischen nacherfundenen) Fernrohr. Hatte er in der optischen Astronomie das Auge selbst auf die kürzlich erfundene Dunkelkammer (Camera obscura[13]) zurückgeführt, so bestand das Keplersche Fernrohr in einer Dunkelkammer, deren Bild mit einem Vergrößerungsglas (Lupe) betrachtet wird. Uebrigens beruhen seine dioptrischen Constructionen nur auf genäherten Ergebnissen; denn das richtige Princip der Dioptrik, das sogenannte „Carteſische Brechungsgeſetz" fand er nicht, sondern der noch vor ihm gestorbene Holländer Snellius; die technische Ausführung seines Fernrohrs aber hat er Anderen überlassen[14]). In demselben Jahr mit der Dioptrik erschien endlich die kleine Abhandlung über die Gestalt des Schnees[15]), ein merkwürdiges Zeugniß von Keplers Universalität in der Physik, indem er hier, doch ohne viel Erfolg,

---

der Zurückwerfung und Spiegelung) sei. In der Vorrede bricht er in die Worte aus: „o vielkundiges Perspicill, kostbarer als jegliches Scepter, oder steht nicht der, welcher dich in der Rechten hält, da wie ein König, ein Herr der Werke Gottes?"

[13]) Nämlich die Camera obscura mit einem Linsenglas, die in der zweiten Ausgabe von Porta's natürlicher Magie 1589 beschrieben ist, während in der ersten von 1558 noch die unvollkommenste und ursprünglichste Form der Dunkelkammer, die ohne Linse, vorkommt, welche unter Anderen schon Leonardo da Vinci († 1519) gekannt hat.

[14]) Im Vorbeigehen sei hier der von Kepler in den ersten Zeiten zu Prag erfundenen hydraulischen Maschine gedacht, worüber Frisch Op. K. V, S. 632 u. ff.

[15]) „Strena" seu de Nive sexangula, eigentlich ein Sendschreiben an den Kaiserlichen Geheimrath Wackher von Wackenfels, seinen Gönner, dem er damit ein beziehungsvolles Präsent (Strena, zunächst Wahrzeichen) macht. Er kommt auch auf andere Beispiele regelmäßiger Gestaltungen in der Natur zu sprechen, namentlich die Bienenzellen.

wie er selbst schließlich bemerkt, an die Pforten der Chemie (d. h. der damit zusammenhängenden Lehre von der Krystallisation) pocht.

Mit dieser wissenschaftlichen Hochfluth des Prager Lebens contrastirt freilich die permanente Ebbe in der kaiserlichen Hofkammer in einer für Kepler höchst peinlichen Weise, so daß die Rückstände seiner Besoldung allmählich auf 4000 fl. anwuchsen. Von dem steyerischen Besitz aber, ließ sich, trotz wiederholter Reisen nach Gratz, welche bald er selbst, bald die Gattin unternahm, bei der allgemeinen Verwirrung der dortigen Verhältnisse, wenig herausschlagen, und es ist wahrscheinlich, daß bei weitem nicht das ganze Vermögen gerettet wurde, daß vielmehr nur der Stieftochter Keplers ihr Antheil an dem steyerischen Erbe zugekommen ist[16]). Aber es kam noch Schlimmeres. Schon seit 1606 bereitete sich die Katastrophe Rudolfs II. vor, in welche auch Kepler hineingezogen wurde, mit dem gegen den Kaiser gerichteten Familienrath seiner Brüder und Neffen, in welchem der älteste Bruder Matthias zum Haupt des österreichischen Hauses gemacht wurde. Im folgenden Jahr fielen Mähren und Ungarn an Matthias ab; im Jahr 1608 erschien dieser mit bewaffneter Macht in Böhmen und Rudolf erkaufte den Frieden mit Abtretung von Ungarn, Mähren und Oesterreich an seinen Bruder. In demselben Jahr schlossen die protestantischen Fürsten ihre „Union", welcher die katholischen 1609 ihre „Liga" entgegensetzten, in welchem Jahr auch dem Kaiser in Böhmen der „Majestätsbrief" abgetrotzt wurde.

Auf die neuen Anstellungsversuche, welche bei diesen Wirren Kepler in Württemberg machte, werden wir in anderem Zusammenhang zurückkommen. Sie waren aber-

---

[16]) Frisch, Op. K. VIII, S. 938. Diese Regina Lorentz, welche 1608 heirathete und 1618 starb, machte nach dem Tod der Mutter 1611 dem Stiefvater die Erbschaft streitig.

mals vergeblich. Der Krieg mit Matthias brach aufs neue aus und im Jahr 1611 zog dieser in Prag ein und setzte sich auch die böhmische Krone aufs Haupt. In diesem Jahr, das Kepler das Jahr voll Trauer und Unheil nennt, starben ihm von drei an den Pocken erkrankten Kindern der siebenjährige älteste Sohn, die schon länger her schwermüthig gewordene Gattin aber am Typhus. Kepler harrte bei dem im Prager Schloß eingesperrten Kaiser, welcher ihn nicht von sich lassen wollte, aus bis zu dessen Tod im Januar 1612. Nachdem er in den letzten Zeiten ganz vereinzelt an der Sternwarte gestanden hatte und die Geschäfte gänzlich ins Stocken gerathen waren, wurde er nun zwar von dem nach Rudolfs Tod zum Kaiser erwählten Matthias in seinem Amt bestätigt, sah sich aber, bei der Erschöpfung der kaiserlichen Finanzen und bei der Verödung der Sternwarte, genöthigt, mit kaiserlicher Erlaubniß die Gymnasialprofessur zu Linz wirklich zu beziehen, welche er schon im vorigen Jahr, bei einer Besoldung von 400 Gulden, mit den Ständen ob der Enns verabredet hatte.

Die dritte Periode

von Keplers Leben, welche mit der Uebersiedlung nach Linz beginnt, geradezu mit Apelt als die „Zeit der Trübsal und des heimatlosen Umherirrens" zu bezeichnen, ist zu viel gesagt. Wohl nehmen die Drangsale und Bitterkeiten seines äußeren Lebens zu, allein das „heimatlose Umherirren" paßt höchstens auf die fünf letzten Jahre seines Lebens. Unterbrechen den vorangehenden zwölfjährigen Aufenthalt zu Linz allerdings länger dauernde Abwesenheiten, so ist auch in jenen unstätigsten Jahren Sagan in Schlesien sein Hauptaufenthaltsort. Auch die Linzer Zeit ist sehr fruchtbar an schriftstellerischen Arbeiten; während Kepler zugleich an den Tafeln fortarbeitet, erscheinen der Reihe nach: die chronologischen Hauptschriften, die Stereometrie der Fässer, die

Hauptschrift über Kometen, die Weltharmonik, das Lehrbuch der Copernicanischen Astronomie, die erste Serie seiner Ephemeriden, seine Logarithmentafel und die schon oben erwähnte Streitschrift für Tycho (der „Hyperaspistes"). Die bedeutendsten Ereignisse aber sind: der Conflict mit der Concordienformel, die zweite Heirath, das Auftreten für den neuen Kalender auf dem Regensburger Reichstag, der Ruf nach Bologna, der Hexenproceß seiner Mutter, endlich die Linzer Katastrophe.

Bei einer persönlichen Anwesenheit in Stuttgart im Jahr 1608 hatte Kepler wegen der Prager Wirren den Herzog Johann Friedrich um eine Anstellung in Württemberg gebeten, und in der That waren damals der Herzog und seine Räthe sehr geneigt, den nunmehr hochberühmten Mann in Tübingen anzustellen. Kepler aber in seiner Geradheit und Ehrlichkeit, als ein ehrlicher Mann von der Art derer, welche „Auserwählte unter Zehntausenden" sind, hielt es für Pflicht, in einem Schreiben von 1609 den Herzog von seinen theologischen Ansichten hinsichtlich des Abendmahls in Kenntniß zu setzen, vermöge deren er die Concordienformel nicht unbedingt unterschreiben könne und ein minder schroffes Verhalten der Lutheraner gegen die Calvinisten für wünschenswerth erachte. Das hieß nun freilich, vom Standpunkt der ordinären Ehrlichkeit aufgefaßt, den Pelz zum Kürschner tragen. Die Aussichten auf Tübingen waren damit definitiv abgeschnitten. In einem Brief an Hafenreffer im folgenden Jahr sieht sich Kepler bereits veranlaßt, gegen den Verdacht des Calvinismus zu protestiren, welchen man in Württemberg gegen ihn hege. Als er sodann 1612 in Linz angekommen war, wurde ihm von Hitzler, einem württembergischen Magister, welcher 1610 von Waiblingen als oberster Pfarrer nach Linz berufen ward, das Ansinnen gestellt, die Concordienformel zu unterschreiben, wenn er zur Communion zugelassen werden wolle. Da ihm diese Excommunication gegenüber seiner

Familie höchst widerwärtig war, so beklagte er sich bei dem württembergischen Consistorium, und dieses billigte Hitzlers Vorgehen.

Die Sache kam später nochmals zur Sprache, was wir gleich hier anknüpfen. Als Kepler 1617[1]), aus nur zu leidiger Ursache, in Württemberg verweilte, scheint er über den Hitzlerschen Streit auch mit den Tübinger Theologen verhandelt zu haben. Es entspann sich darüber ein ernster Briefwechsel zwischen ihm und Hafenreffer in den Jahren 1618 und 1619. Wenn einer von den großen Gelehrten des 17. Jahrhunderts, so lebte und webte Kepler in dem Glauben an den menschgewordenen Sohn Gottes; aber Hafenreffer suchte vergeblich ihm aus den drei Worten das „Wort ward Fleisch" die Allgegenwart des Leibes Christi zu beweisen. Endlich stattete er Keplers letzten Brief mit bissigen Randbemerkungen aus und legte die Keplerschen Briefe der theologischen Facultät und durch diese dem Consistorium in Stuttgart vor, mit einem Beibericht, durch welchen, wie Hafenreffer an Kepler schreibt, die völlige Einstimmigkeit der Tübinger Theologen mit den Stuttgarter Consistorialräthen constatirt worden sei. Einer von diesen aber, Erasmus Brüning, schrieb an einen von jenen, Lucas Osiander, zurück: „Betreffend Kepplerum hat man nun mit selbigem Schwindelhirnlein lang gehandelt, aber vergeblich", — folgt dann die Mittheilung des Consistorialdekrets von 1612, um die Herren in Tübingen einzuladen — „ihn auf gleichen Schlag abzufertigen; man kann doch keiner anderen Meinung um seines Letzköpflins willen werden." O großer Erasmus Brüning, der arme Johannes Kepler hat Folianten schreiben müssen, du aber hast dich mit

[1]) In eben diesem Jahr schrieb Kepler in deutscher Sprache einen „Unterricht vom heiligen Sacrament des Leibes und Blutes Christi, unseres Erlösers; für meine Kinder, Hausgesind und Angehörige." Er steht bei Frisch Op. K. VIII, S. 124.

Einem Wort, hast dich mit deinem „Letzköpflin" unsterblich gemacht!

Im Jahr 1613 erschien Kepler mit dem Kaiser auf dem Reichstag zu Regensburg, um den Gregorianischen Kalender zu vertreten, dessen allgemeine Einführung in Deutschland hier zur Sprache kam. Trotz seines Vorschlags, dabei, anstatt der vom Papst gebrauchten Prutenischen Tafeln, die überdieß genaueren Rudolfinischen zu Grunde zu legen, scheiterte Kepler mit seinem Gutachten über die dringende Nothwendigkeit der Kalenderreform an dem Wahn der protestantischen Reichsstände, hatte aber auch die Befriedigung, durch Stimmenmehrheit in der ihm streitig gemachten Eigenschaft eines Reichsastronomen bestätigt zu werden. Kepler hatte auch schon früher in deutscher Sprache seinen Dialog über den Gregorianischen Kalender geschrieben, in welchem jede der beiden Parteien durch einen Geistlichen und einen Weltlichen vertreten und denselben als fünfte Person ein Mathematicus beigesellt ist[2]).

Nachdem Kepler schon früher, wie wir gesehen haben, mit chronologischen Fragen sich abgegeben hatte, erschienen seine chronologischen Hauptschriften in den Jahren 1613—15. Der Mittelpunkt dieser Untersuchungen war das wahre Geburtsjahr Jesu Christi, worüber er die, zwar durch alle folgenden Nachforschungen bestätigte, aber, nach dem jetzigen Stand der Evangelienfrage, doch in der Luft schwebende „Entdeckung" machte, daß Christi Geburt wenigstens 5 Jahre vor dem Anfang unserer Zeitrechnung (oder der „Dionysischen Aera") zu setzen sei. Dem ersten lateinischen Bericht im Jahr 1606, welcher einen Anhang zu der Schrift über den neuen Stern gebildet hatte[3]),

---

[2]) Diese Schrift ist mit dem an den Kaiser gestellten Gutachten, sammt allen chronologischen Schriften und Briefen Keplers, im 4. Bande der gesammelten Werke enthalten.

[3]) Vgl. Zweite Periode, Note 10.

ließ er 1613 einen „wiederholten ausführlichen deutschen" Bericht[4]) folgen, und 1614 eine, mit Beantwortung der neuesten Einwürfe des Calvisius vermehrte, lateinische Ausgabe dieser Abhandlung „über das wahre Jahr, in welchem der ewige Sohn Gottes die menschliche Natur im Leibe der gebenedeihten Jungfrau Maria angenommen hat". In den „Eclogae chronicae" 1615, einer Correspondenz zwischen ihm und anderen Gelehrten, handelt es sich um die denkwürdigen Zeiten des Herodes und seiner Dynastie, der Taufe und des nicht mehr als 2¼ jährigen Lehramtes Christi, seines Leidens, Todes und Auferstehung im Jahr 31, nicht 33, unserer Zeitrechnung, endlich des Jüdischen Krieges mit der Zerstörung Jerusalems[5]). Kepler hat für die chronologischen sowohl als astronomischen Studien eine enorme Menge von Finsternissen und Constellationen in Rechnung gezogen.

Nach der Rückkehr von Regensburg feierte Kepler am 30. October 1613 zu Linz seine zweite Hochzeit mit einer „landeseingebornen Jungfrau", Susanna, der verwaisten Tochter eines weiland Bürgers von Eferding, Namens Reuttinger, welche nach dem Absterben ihrer Eltern zwölf

---

[4]) „Daß unser Herr und Heiland Jesus Christus nicht nur 1 Jahr vor dem Anfang unserer heutiges Tages gebräuchlichen Jahrzahl geboren sei, wie Herr Medicus Dr. Helisäus Röslinus in seinem jüngst ausgegangenen unrichtigen Bericht an die Römische Kaiserliche Majestät, neben dem Chronologen Heinrich Bunting vorgiebt; auch nicht nur zwei Jahr, wie die Chronologen Scaliger und Calvisius mit vielen alten Kirchenscribenten dafür halten, sondern fünf ganze Jahre; aus richtiger Harmonie und Vergleichung heidnischer und jüdischer Historien, so um die Zeit der Geburt Christi eingefallen, auch beigefügten Anzeigen aus des Himmels Lauf, gestellt durch Johann Kepplern".

[5]) Hierauf folgten dann nach längerer Zwischenzeit noch die „Canones Pueriles", d. h. eine Chronologie von Adam bis auf das laufende Jahr 1620, „in 6 unterschiedene Glieder eingetheilt und aus heil. Schrift alten und neuen Testamentes bewährt. mit Zuziehung heidnischer Antiquitäten und astronomischer Rechnung".

Jahre lang in dem Mädcheninstitut der Herrin von Eferding, Baronin Starenberg, Aufenthalt und Erziehung genossen hatte, damals gegen 24 Jahre alt. Kepler hatte schon seit Anfang des Jahres 1612 an eine zweite Ehe gedacht. In einem nicht lange vor der Hochzeit geschriebenen Brief an den Baron von Stralendorf ergeht sich Kepler mit viel Humor über zehn andere, welche mit Susanna concurrirt haben, der fünften in der chronologischen Reihenfolge der Elfe, die durch Liebe und durch das Zutrauen gesiegt habe, welches ihre Niedrigkeit, Anspruchlosigkeit, Emsigkeit, Liebe zu den Stiefkindern, ja schon ihre vereinsamte Stellung in ihm erweckt habe. Sie war ihm durch Frau von Starenberg empfohlen worden, seine Stieftochter aber hatte ihm abgerathen. Die zweite Ehe scheint glücklicher gewesen zu sein als die erste, welche unter dem für die verwöhnte Erbin von Mühleck doppelt herben Mißgeschick litt[6]). Indessen starben alle Kinder zweiter Ehe, ohne das Kindesalter zu überschreiten, so daß die vier letzten zwar den Vater überlebten, aber alle nur um wenige Jahre (vgl. unten).

In dem Herbst, als er die zweite Gattin heimführte, erzählt Kepler, habe „Oesterreich" die Schätze einer edeln und reichlichen Weinlese donauaufwärts in sein „Noricum" gesandt, und sei das Donauufer von Linz mit Weinfässern aller Art zu billigem Preis bedeckt gewesen. Da sei es Pflicht eines guten Hauswirthes gewesen, sein Haus mit dem nöthigen Trank zu versehen. Die behende Art, wie der Verkäufer mit seiner Meßruthe (Visirstab) den Körperinhalt der Fässer bestimmt habe, sei ihm ein Gegenstand der Verwunderung, ja des Mißtrauens geworden und daher der Anlaß, der Theorie der Visirkunst nachzuspüren. So entstand ein Werk Keplers, welches zunächst eine ganz praktische oder

---

[6]) Es existirt ein merkwürdiger deutscher Brief Kepler's an eine Frau, wo er sich gegen die Nachrede, er habe die erste Frau schlecht gehalten, verantwortet; Frisch Op. K. VIII, S. 841.

technische Tendenz hat, welches aber nicht nur eine Ergänzung der Archimedischen Stereometrie ist hinsichtlich der Resultate, sondern welches ihm auch, vermöge der angewandten Methoden, eine Stelle unter den Vorläufern der Infinitesimalrechnung und höheren Geometrie gibt; eine Stelle, welche ihm selbst Laplace anweist, wenn derselbe Keplers Ansichten vom Unendlichen in dieser Schrift einen entschiedenen Einfluß auf die gegen Ende dieses Jahrhunderts erfolgte Umgestaltung der Mathematik zuschreibt. Die Schrift erschien 1615 lateinisch als „neue Theorie der Fässer", im folgenden Jahr auch deutsch, aber keineswegs als bloße Uebertragung, sondern als eine populäre Umarbeitung mit dem kurzen Titel „österreichisches Weinvisirbüchlein"[7]).

Im Februar 1617 war der Mathematicus der Universität Bologna gestorben, Magini, mit welchem Kepler, wie mit allen in seinen Fächern sich auszeichnenden Zeitgenossen, in Correspondenz gestanden war. Er sollte Magini's Nachfolger werden. Des schwäbischen Bewußtseins konnte er sich in Steyermark, Böhmen und Oberösterreich entäußern, des deutschen nicht. Er lehnte ab. „Nach Abstammung und

---

7) Ausführlicher aber: „Auszug aus der uralten Messekunst Archimedis und deren neulich in Latein herausgegebenen Ergänzung, betreffend: Berechnung der körperlichen Figuren, Hohlgefäße und Weinfässer, sonderlich des Oesterreichischen, so unter allen den artigsten Schick hat, sowie Erklärung und Bestätigung der Oesterreichischen Weinvisir-Ruthe und ihres sonderbaren ganz leichten Gebrauches an den Landfässern, aber auch Erweiterung auf die ausländischen, wie auch auf das Geschütz und Kugeln; sammt einem sehr nützlichen Anhang von Vergleichung des landgebräuchlichen Gewichtes, Elle, Klafter, Schuh, Wein- und Traid-Maaß unter einander und mit ausländischen auch altrömischen". — Titel des lateinischen Werkes: „Nova Stereometria Doliorum vinariorum, imprimis Austriaci, figurae omnium aptissimae; et Usus in eo Virgae Cubicae compendiosissimus et plane singularis; accessit Stereometriae Archimedeae Supplementum".

Gesinnung, schrieb er nach Bologna, bin ich ein Deutscher, in die deutschen Sitten und Lebensbedürfnisse eingelebt, so daß auch, wenn der Kaiser mich entlassen sollte, ich eine Uebersiedelung nach Italien für verhängnißvoll halten müßte; dazu kommt, daß ich, der ich bisher ein Deutscher unter Deutschen gelebt habe, eine Freiheit in Benehmen und Rede gewohnt bin, die in Italien nur fremdartig erscheinen und mir Gefahr bringen könnte" [8]). Wie richtig Kepler hierin sah, zeigt Galiläi's und Bruno's Schicksal.

Und doch konnte in anderer Hinsicht eine Veränderung seiner Lage nur wünschenswerth sein. Denn Kepler wurde unter Kaiser Matthias in Geldsachen fast ganz im Stich gelassen und nahm wiederholt seine Zuflucht zu Kalendern mit Prognostiken. Im Februar 1617 schrieb er an den treuen Straßburger Freund Bernegger: „meine Rückstände werden nicht ausbezahlt, die Mutter Astronomie muß bei ihrer buhlerischen Tochter Astrologie Unterstützung suchen". Und an den Kaiserlichen Rath Wackher 1618: „Um die Kosten zweier Jahrgänge der Ephemeriden zu decken, schrieb ich auch einen gemeinen Kalender mit Prognostiken, was nur wenig honetter ist als betteln, außer daß dabei die Ehre des Kaisers geschont wird, welcher mich gänzlich im Stich läßt und bei dessen Kammerbefehlen ich verhungern könnte". In demselben Briefe, wo er auch über seine Reise nach Württemberg berichtet, und wie er im Begriff gewesen sei, die Tafeln und das Lehrbuch der Astronomie fortzusetzen, findet sich die denkwürdige Stelle: „als aber ein Töchterchen starb, ließ ich die Tafeln liegen, welche Ruhe erheischen, und wandte mich den Harmonien zu, indem ich des Ptolemäus Harmonica

---

[8]) Wie aus einer ausgestrichenen Stelle des Concepts hervorgeht, so meint Kepler insbesondere die deutsch-protestantische Redefreiheit gegenüber der päpstlichen Curie, während in Italien und vollends in einer unter dem Papst stehenden Stadt, wie Bologna, alles als Ketzerei gelte, was dieser höchsten Autorität zuwider sei.

ins Lateinische übersetzte und Noten dazu schrieb, worin ich meine Entdeckungen über die himmlischen Harmonien mit den Ansichten des Griechen vergleiche."

Zu den vielen amtlichen Reisen, welche Kepler nach Prag und Wien zum Kaiser und in Reichsstädte, auf welche er mit Geldern angewiesen wurde, zu machen hatte, kamen auch Reisen nach Württemberg in herben Familienangelegenheiten. Dort war nämlich allmählich ein neues schweres Ungewitter über ihn hereingebrochen, der Hexenproceß seiner Mutter[9]). Noch am Schluß des Jahres 1615 hatte Kepler durch seine an den Pfarrer Binder verheirathete Schwester Margaretha die erste Nachricht davon erhalten, daß die siebzigjährige Mutter als Hexe verdächtigt werde, und daß sie deßhalb mit den Ihrigen eine Verläumdungsklage erhoben habe. Die Verläumdungen waren von der Rachsucht eines Weibes ausgegangen, der „Reinboldin", die aus einer ehemaligen Freundin eine bittere Feindin der Keplerin geworden war, weil diese ihr den unsittlichen Lebenswandel vorgehalten hatte; sie erhielten dadurch Gewicht, daß der schurkische Vogt Einhorn von Leonberg die Widersacherin der Katharina Kepler aus Haß gegen diese unterstützte, welche ihrerseits, gemäß ihrem unruhigen und heftigen Naturell, manche Unvorsichtigkeiten begieng, welche nach dem Aberglauben der Zeit dem einmal rege gewordenen Verdacht als Anhaltspunkte dienen konnten. Als Katharina, welche zu Ende des Jahres 1616 zum Sohn nach Linz gekommen war, gegen dessen Willen zurückkehrte, um in ihrem Proceß

---

[9]) Wir werden uns auf die Detailgeschichte nicht einlassen. Die im württembergischen Staatsarchiv befindlichen Proceßacten waren für den Staatsrath Freiherrn von Breitschwert der Anlaß zur Verfassung seines „Leben Keplers" 1831, durch welches überhaupt dieses nicht geringste Drangsal aus dem drangsalreichen Leben des großen Mannes allererst bekannt geworden ist. In voller Ausführlichkeit sind diese Acten unter dem Titel „Iudicium matris Kepleri" im achten Bande der gesammelten Werke von Frisch mitgetheilt.

den Gegnern selbst gegenüberzutreten, folgte er ihr nach Württemberg, um in Verbindung mit seinen Freunden, namentlich Besold, die Unvorsichtigkeit der Mutter zu pariren, und kehrte nach Beilegung der Sache, wie er meinte, nach Linz zurück. Allein der Injurienproceß wurde von Einhorn absichtlich verschleppt und verwirrt, und die Zeit zur Untergrabung des Rufs der Klägerin benützt. Nachdem im Jahr 1619 der Kaiser Matthias gestorben war und Kepler die überall imponirende Würde des kaiserlichen Mathematicus verloren hatte, in welcher er erst 1622 von Ferdinand II. bestätigt wurde, gestattete Einhorn, vor Beendigung des alten Processes, welcher nun in sein fünftes Jahr getreten war, der Reinboldin eine Gegenklage auf Zauberei. So schlug der Proceß in einen förmlichen Hexenproceß gegen Katharina um, welche im August 1620 verhaftet und erst zu Leonberg, bald darauf aber zu Güglingen eingekerkert wurde. Es kam hier bis zur „Territion", d. h. zur Vorzeigung der Torturinstrumente durch den Henker, welche der Oberrath verhängt hatte. Als Katharina hiebei standhaft ihre Unschuld behauptete, unterblieb die Tortur; die Angeklagte wurde vom Oberrath im November 1620 freigesprochen, unter „unterthäniger" Verwunderung der Leonberger Behörden (auch der Decan war gegen die Angeklagte), und starb im April des folgenden Jahres.

Kepler war, nach der Einnahme von Linz durch die Bayern im Sommer 1620 (wovon nachher), herbeigeeilt, und hatte selbst den Bruder Christoph, Zinngießer zu Leonberg, „aus Beschränktheit", wie er sich ausdrückt, mit dem Verdacht angesteckt getroffen und die Vertheidigung der Mutter vor dem peinlichen Gericht schriftlich und mündlich geführt, worüber er über 1¼ Jahr in Württemberg zubrachte. Daß er dem grassen Hexenglauben seiner Zeit so wenig huldigte, als dem Horoscopglauben in der Astrologie, versteht sich von selbst. Damit will aber nicht gesagt sein, daß er sich dem Glauben an die Existenz der Dämonen und an die

Möglichkeit eines übernatürlichen Verkehrs mit denselben ganz entzogen habe; wenigstens finden sich auch in vertrauten Briefen an Freunde, wie Besold und Crüger (Arzt in Danzig), keine Anzeigen, daß er diesem Stück des Kirchenglaubens opponirt hätte; und in den Briefen an Hafenreffer sagt er ausdrücklich, daß er in allen übrigen Artikeln, außer dem von der Allgegenwart des Leibes Christi, der Augsburgischen Confession und der Concordienformel beipflichte. Hier aber war der Glaube an den Teufel sozusagen die Kehrseite von dem Glauben an Christus selbst, den Sohn Gottes, gekommen, die Werke des Teufels zu zerstören. Jedenfalls aber durfte Kepler von dieser Seite die Vertheidigung seiner Mutter nicht angreifen, wollte er das Mögliche, d. h. die Freisprechung von der Tortur, erreichen. Seine Vertheidigung dreht sich daher ganz juridisch um die Entkräftigung der Indicien, worauf man die Hexenklage gründete, wobei er darauf aufmerksam macht, welche Mittel der Bosheit der Ankläger an die Hand gegeben seien, Justizmorde herbeizuführen, wenn die Gerichte nicht in dieser Art von Processen, wo es sich um ungewisse Dinge handele, nur auf die zwingendsten Beweise hin zum Aeußersten vorgehen.

Die sechs Jahre, während deren diese traurige Geschichte in Württemberg spielte, waren gleichwohl sehr ergiebig an schriftstellerischen, und zwar vorzugsweise astronomischen Arbeiten. Hatte Kepler um die Zeit, als Ferdinand die Regierung in Steyermark antrat, was so störend in sein äußeres Leben eingriff, bereits den Plan seiner Weltharmonik gefaßt, wie wir gesehen haben: so erschien das im Jahr 1618 mit der Entdeckung des dritten Gesetzes (vgl. Einleitung, zweiter Abschnitt) vollendete Werk[10]) in demselben Jahr 1819,

[10]) Die 5 Bücher der Weltharmonik: das erste geometrische von den regulären Vielecken, welche den harmonischen Verhältnissen zu Grunde liegen; das zweite architectonische von der Zusammenpassung (congruentia) der regulären Vielecke zu ebenen und räum-

in welchem Ferdinand II. Kaiser und Alleinherrscher in sämmtlichen österreichischen Ländern geworden war, was abermals zur Untergrabung seiner äußeren Lage führte. Diese „Weltharmonik" ist das Lieblingswerk Keplers, in welchem er das Ziel seiner Bestrebungen verwirklicht sah; ein merkwürdiges Denkmal seines Geistes und einer phantastischen, an die pythagoräische und alexandrinische Philosophie sich anschließenden, Verbindung von Mathematik und Metaphysik. Aus der Einleitung können wir diese Speculation schon als den Boden des dritten Keplerschen Gesetzes, und im dritten Abschnitt werden wir auch noch geometrische Schätze zu erwähnen haben, welche darin enthalten sind. Hatte er die „Neue Astronomie" seinem Kaiser gewidmet, so dedicirte er die „Weltharmonik" dem englischen König Jakob I.; eine Einladung nach England aber, die er im folgenden Jahr durch den englischen Gesandten Wotton erhielt, lehnte er ab, weil er nur als ein „Undankbarer sein anderes Vaterland Oesterreich" verlassen könnte.

Im Jahr 1618 waren zwei Kometen erschienen und

---

lichen Gebilden; das dritte harmonische (im eigentlichen Sinn) vom Ursprung der harmonischen Verhältnisse aus den Figuren und von musikalischen Gegenständen; das vierte metaphysisch-psychologisch-astrologische von dem geistigen Wesen der Harmonien und deren Gattungen in der Welt, besonders von der Harmonie der von den Himmelskörpern zur Erde gelangenden Strahlen und ihrer Wirkung auf die sublunarische und menschliche Natur (Seele); das fünfte astronomisch-metaphysische von den absoluten Harmonien der himmlischen Bewegungen und vom Ursprung der Excentricitäten, Bahnweiten und Umlaufszeiten aus den harmonischen Verhältnissen. Dazu als Anhang: die Vergleichung dieses Werks mit dem dritten Buch der Harmonica des Ptolemäus und mit des englischen Arztes Robert Fludd harmonischen Speculationen in dessen Werk über Makrokosmus und Mikrokosmus. — Hierauf folgte dann 1622 Keplers Apologie für seine Weltharmonik gegen Robert Fludd. — Kepler hatte auch „wegen Verwandtschaft des Inhalts" das vor 23 Jahren herausgegebene „Mysterium Cosmographicum" aufgenommen, von welchem sofort im Jahr 1621 eine neue Ausgabe mit Noten erschien.

von Kepler beobachtet worden, der zweite ein ausgezeichnet schöner und großer Komet, über welchen auch von Longomontan, Gassendi, Schickard, Harriot, Rhodius, Cysatus und Snellius Aufzeichnungen vorhanden sind. Dieß führte Kepler zu der Theorie der Kometen zurück, und sein Hauptwerk hierüber[11]) erschien in demselben Jahr mit der Weltharmonik. Daß Kepler den Kometen geradlinige Bewegung zuschrieb, anstatt seine Gesetze auf sie anzuwenden, wissen wir schon; daß er sie für Meteore des Sonnensystems hielt, oder des die Planetenräume erfüllenden „Aethers, welcher davon wimmele, wie das Meer von Fischen", zeugt von seinem guten Tact in diesem noch stets räthselhaften Gebiet.

In den Jahren 1618 bis 1621 erschien ferner sein, nach der gebräuchlichen Form in Frage und Antwort abgefaßtes, ausführliches Lehrbuch der Astronomie in drei Theilen, wo die bis in unsere Zeiten gebräuchliche Eintheilung der Astronomie in die „sphärische, theorische und physische" zum erstenmal auftritt; so jedoch daß, nachdem die sphärische Astronomie in den drei ersten Büchern abgehandelt ist, die physische im vierten Buch der theorischen in den drei letzten Büchern vorangeht, und auch wieder in der theorischen im weiteren Sinn begriffen wird, wie die besonderen Titel der drei Theile besagen[12]). In die-

[11]) „Drei Bücher über die Kometen: das erste astronomische, enthaltend Sätze über die Bewegung der Kometen, nebst einer neuen und paradoxen Erörterung über die Entfernungen und die Erscheinungsformen der Kometen von 1607 und 1618; das zweite physische, betreffend eine neue und paradoxe „Physiologie" der Kometen; das dritte astrologische über die Bedeutung der Kometen von 1607 und 1618." — Kepler unterscheidet übrigens ihre natürlichen Einflüsse von den lediglich astrologischen Andeutungen; erstere werden besonders in den Fällen hervortreten, wo der Schweif die Erde streife oder von dieser ganz traversirt werde, wobei aber der Komet nicht als solcher, als Schweifstern, erscheine, sondern in Form eines Brandes bei Nacht, oder eines Rauches (Nebels „caligo") bei Tag.

[12]) „Auszug der Copernicanischen Astronomie in 7 Büchern, wovon die folgenden drei ersten von der sphärischen Lehre handeln,

sem Werk, und zwar sogleich im ersten Theil, ist auch Keplers Lehre von den Fixsternen und vom ganzen Weltall aufgestellt[13]), worin man schon, wie wir im dritten Abschnitt sehen werden, zuviel hat finden wollen.

Schon seit 1616 begann auf dem Grund der „Neuen Astronomie" die erste Folge seiner astronomischen Jahrbücher oder „Ephemeriden"[14]) zu erscheinen, welche die Jahrgänge 1617 bis 1620 umfassen. Wie umfassend Kepler sein Ephemeridenwerk auffaßte, erhellt aus einem Brief an den kaiserlichen Arzt Mingonius vom Jahr 1617: „Nach Vollendung der Tafeln werde ich, wenn ich das Leben habe, eine Reihenfolge von Ephemeriden für die nächsten 50 Jahre schreiben; ich werde auch solche, übrigens kürzer gehalten, für die 37 verflossenen Jahre beifügen und meteorologische Beobachtungen für die einzelnen Tage von 23 Jahren, endlich auch, wenn die Tychonischen Erben es zulassen, die Himmels-

---

1618." — „Des Auszugs der Copernicanischen Astronomie viertes oder der theorischen Lehre erstes Buch, wo die Grundzüge der Himmelsphysik, d. h. die sei es natürlichen, sei es archetypischen Ursachen aller Größen, Bewegungen und Verhältnisse am Himmel auseinandergesetzt und so die Principien der theorischen Lehre aufgestellt werden, 1620." — „Des Auszugs der Copernicanischen Astronomie fünftes, sechstes und siebentes Buch, in welcher (nach Vorausschickung der Principien im vierten Buch) die eigentliche theorische Lehre begriffen ist, 1621."

[13]) Apelt nennt es Keplers „Kosmophysik" in der Schrift: Johann Kepler's astronomische Weltansicht 1848.

[14]) Es sind sozusagen astronomische Kalender, welche die vorausberechneten Stellungen der Gestirne von Tag zu Tag angeben und alle besonderen Erscheinungen (Finsternisse, Constellationen) ankündigen. — Ueber die „große Conjunction" im Juli 1623 kam in diesem Jahre ein besonderer Bericht in deutscher Sprache „Discurs von der großen Conjunction" (des Saturn mit Jupiter im Zeichen des Löwen) heraus; ebenso war 1621 ein ebenfalls deutscher Bericht über die Finsternisse der Jahre 1620 und 1621 (mit Rückblick auf die früheren großen Sonnenfinsternisse) erschienen.

beobachtungen“[15]). Jene erste Serie ging also der Vollendung der Rudolfinischen Tafeln noch voran, aber bei der letzten Ephemeride wurden das erstemal Logarithmen gebraucht, weßhalb Kepler die Ephemeride für 1620 dem schottischen Baron Neper, dem (einen) Erfinder der Logarithmen, dedicirt hat.

Auf die Logarithmen bezieht sich das letzte wissenschaftliche Ereigniß zu Linz, nnd damit griff Kepler auch noch in die Vervollkommnung der Mathematik von ihrer arithmetischen Seite ein. Im Jahr 1614 war Nepers „Canon mirificus logarithmorum“ zum erstenmal erschienen. Kepler lernte die Entdeckung 1618 aus dem „mathematischen Cursus“ von Ursin kennen und machte sich sofort selbst an die Theorie des neuen Recheninstruments, wobei er zugleich die Arbeit von Justus Byrgius (Jobst Bürgi, einem Schweizer) berücksichtigt und meldet, daß dieser „Hofmechanicus“ des Landgrafen Wilhelm von Hessen, später des Kaisers zu Prag, Verfertiger trefflicher astronomischer Instrumente und astronomischer Beobachter, schon vor Neper Logarithmentafeln berechnet habe[16]). Während manche Mathematiker, namentlich der alte Mästlin, mit welchem Kepler bei seinem letzten Aufenthalt zu Tübingen 1621 darüber conferirte, vor der neuen Rechnung das Kreuz machten: begrüßte sie Kepler mit Begeisterung und stellte die Theorie derselben auf, welche Neper nicht, und noch weniger Bürgi, gegeben hatte.

[15]) Herausgekommen sind die Ephemeriden bis zum Jahrgang 1636, so daß sie also 20 Jahre umfassen. Vgl. weiter unten.

[16]) Er gab sie erst 1620 zu Prag heraus unter dem Titel „Arithmetische und geometrische Progreßtabulen“. In letzter Instanz findet sich die erste Idee der Logarithmen bei dem 1567 zu Jena gestorbenen Eßlinger Michael Stiefel, welcher zuerst eine arithmetische und eine geometrische Progression verband und bemerkte, daß, was in letzterer durch Multiplication und Division vor sich gehe, in jener durch Addition und Subtraction erfolge. Daß Kepler auch die Stiefel'sche Progression im Auge gehabt zu haben scheine, bemerkt Frisch Op. K. VII, S. 208.

Dieß geschah in seiner kleinen Logarithmentafel[17]), welche 1624 erschien, im selben Jahr mit des Engländers Brigg logarithmischer Arithmetik, der die Logarithmen zuerst ganz dem dekadischen Zahlensystem angepaßt hat.

Diese Arbeit fällt in das sechste Jahr des Dreißigjährigen Kriegs. Schon in dessen Anfangszeit, im Jahr 1620, wurde Linz von den Truppen des mit Kaiser Ferdinand II. eng verbundenen Herzogs Maximilian von Bayern besetzt, und die dem Kaiser widerspenstigen österreichischen Stände unterjocht. Damit begann auch bereits die kirchliche Reaction im eigentlichen Oesterreich, und Maximilians Feldherr, Tilly, verfuhr, wie Schlosser sagt, „gegen die protestantischen Stände ob der Enns wie gegen Türken." Kepler, überdieß durch den Hexenproceß nach Württemberg entboten, verließ Linz mit der Familie, welche er in Regensburg zurückließ, während er selbst nach Württemberg sich begab, wo er, wie wir wissen, über ein Jahr sich aufhalten mußte. Nach dem Ende des Processes kehrte Kepler mit seiner Familie nach Linz zurück, wo wegen seiner langen Abwesenheit Gerüchte von kaiserlicher Ungnade über ihn entstanden waren. Im October 1625 brach endlich die der Steyerischen ganz ähnliche Protestantenverfolgung in Oberösterreich aus, indem das „kaiserliche Reformationspatent" Ausweisung aller protestantischen Prediger und Lehrer verfügte, allen Einwohnern den Besuch nichtkatholischer Schulen von Seiten ihrer Kinder verbot und denselben Ostern des nächsten Jahres als Termin setzte, bis zu welchem sie ihre Bekehrung oder Auswanderung zu erklären hätten. Keplers Sohn Ludwig wurde durch Bekannte „ohne Wissen des Vaters" von Linz in die lutherische Schule nach Sulzbach entführt, von wo er 1626 heimlich die Universität Tü-

[17]) Unter dem Titel „Chilias Logarithmorum" unter Vorausschickung einer regelrechten Theorie vom Ursprung und Gebrauch der Logarithmen.

bingen bezog, um Medicin zu ſtudiren. In Folge der kaiſerlichen Gegenreformation brach ein Bauernaufſtand in Oberöſterreich aus, und es erfolgte eine langwierige Belagerung von Linz, bei welcher nicht zum „Pferdefleiſch" genöthigt worden zu ſein, Kepler ſich gratulirt. Nach Niederwerfung des Aufſtandes wurden die Maßregeln gegen die Ketzer noch verſchärft, und Kepler, obwohl er als kaiſerlicher Mathematiker eine Ausnahmeſtellung ſich verſchaffen konnte, zog es vor, ſich und die Seinigen der eingeriſſenen Unſicherheit der Verhältniſſe und der Willkühr des Hofes zu entziehen.

Mittlerweile waren die Rudolfiniſchen Tafeln fertig und noch durch Aufnahme der logarithmiſchen Rechnung vervollkommnet worden. Der Druck mit Keplers eigenen, ſchon bei den Ephemeriden gebrauchten, Ziffernlettern und mittelſt der im vorigen Jahr perſönlich erhobenen Gelder, die ihm in Wien auf ſchwäbiſche Reichsſtädte und auf Nürnberg angewieſen worden waren, konnte beginnen. Da erbat ſich Kepler und erhielt die Erlaubniß, den Druck der längſt allerorten von den Aſtronomen erſehnten Tafeln in einen ruhigen Ort verlegen zu dürfen. Im November 1626 verließ er Linz definitiv, brachte ſeine Familie wiederum in Regensburg unter und begab ſich nach Ulm zur Herausgabe der Tafeln.

Noch im Jahr 1626 fand Keplers merkwürdige Correſpondenz mit dem Freund Beſold ſtatt, wegen deſſen Hinneigung zum Katholicismus, zu welchem er auch wirklich in Keplers Todesjahr 1630 geheim und 1634 offen übertrat. Beſold war ein vorurtheilsfreier Mann, der z. B. die ganze Aſtrologie verwarf und im Hexenproceß auf der Kepler'ſchen Seite war, in jenem Punkt aber das völlige Gegenſtück zu Kepler. Unter den Motiven ſpielt der Zwieſpalt und Parteihaß innerhalb des Proteſtantismus eine Hauptrolle, alſo daſſelbe Motiv, mit welchem der Jeſuite Kurz in ſeiner Correſpondenz mit Kepler im Jahre 1627 dieſen für die katholiſche Kirche zu gewinnen ſucht. Es wiederholte ſich alſo

unter ähnlichen Umständen dasselbe wie einst in Steyermark. Indessen scheint der Anlaß zu dieser Correspondenz aus dem fernen China gekommen zu sein, indem Kurz das aus der Stadt „Changtscheu" (Hangtscheu?) und vom Jahr 1623 datirte Schreiben des Jesuiten Terrentius an die europäischen Mathematiker wegen einer chinesischen Kalenderreform an Kepler mittheilte, der es auch beantwortete[18]). Merkwürdig ist, daß Terrentius bei Erkundigung nach neuen astronomischen Leistungen in Europa insbesondere fragt, ob nun Keplers „Hipparch" erschienen sei? Worauf Kepler antwortet, mittelbar wohl, nämlich in den Rudolfinischen Tafeln.

Diese erschienen im Jahr 1627 zu Ulm.. Ihr Titel gibt ihre ganze Geschichte; sie enthalten, heißt es, „die Restauration der Astronomie, welche von jenem Phönix der Astronomen, Tycho Brahe, zuerst im Jahr 1564 in der Idee ergriffen, sodann durch genaue Beobachtungen der Gestirne, besonders seit dem Jahr 1572, in welchem der neue Stern in der Cassiopeja erglänzt ist, ernstlich in Angriff genommen und mittelst verschiedener mechanischer und schriftstellerischer Arbeiten, unter Aufwendung seines großen Vermögens und mit wahrhaft königlicher Unterstützung durch Friedrich II. von Dänemark, 25 Jahre hindurch, vornehmlich auf der Insel Huen im Sund und dem hiezu von Grund aus erbauten Schloß Uranienburg betrieben, endlich im Jahr 1598 nach Deutschland an den Hof und auf den Namen des Kaisers Rudolf übergetragen worden sei; — die Tafeln selbst, bereits benannt und begonnen, habe, nach dem Tod ihres Urhebers im Jahr 1601, auf Befehl und mit Unterstützung der drei Kaiser Rudolf, Matthias, Ferdinand, auf den Grund der hinterlassenen Beobachtungen und nach dem Muster des schon fertigen Theils,

[18]) Es ist mit Keplers sachkundiger Beantwortung aus dem Jahr 1627 in einer eigenen Schrift abgedruckt, welche aber erst 1630 erschienen ist.

mittelst mehrjähriger Forschungen und Rechnungen zu Prag fortgesetzt und zu Linz, hier auch mit Unterstützung der Provinzialstände, vollendet und auf eine sich gleichbleibende Rechnungsform, gemäß den Ursachen und Gesetzen der Bewegung, zurückgeführt Johannes Kepler, zuerst als der von Kaiser Rudolf II. dem Tycho beigegebene Rechnungsgehilfe, sodann als Mathematiker jener drei Kaiser, welcher sie auch endlich, auf besondern Auftrag des Kaisers Ferdinand II., für den Gebrauch der Mitwelt und Nachwelt mit eigenen Ziffernlettern durch den Ulmischen Buchdrucker Jonas Saur veröffentlicht hat" [19]).

Mit diesem großen Werk, welches von Keplers britischem Anhänger Horrox (von welchem im zweiten Theil der Einleitung die Rede war), wie später von dem Vollender der Himmelsmechanik, Laplace, gepriesen worden ist, war Kepler's Lebensaufgabe im Wesentlichen erfüllt und er überlebte diese Erfüllung nur noch um drei Jahre. Wohl trug er sich schon seit 1624 mit neuen astronomischen Projecten, welche nach Vollendung der Tafeln, neben jener großen Ausdehnung der Ephemeriden, wovon schon die Rede war, seine unermüdliche Feder beschäftigen sollten. Schon zu Prag, als er an der optischen Astronomie war, hatte er eine besondere Schrift über die Größen und Entfernungen der drei Körper Erde, Sonne und Mond begonnen, welche er „Hipparch" nach jenem großen Astronomen des Alterthums betitelte, und zu Linz, besonders im Jahr 1616, fortgesetzt, als er erstmals an die Ephemeriden kam. Allein er vollendete die Schrift nicht, obwohl er häufig auf sie Bezug nimmt, und obwohl ihr Ruf bis ins Reich der Mitte gedrungen war. Er schrieb im Jahr 1624 an seinen Freund Crüger, den Danziger Arzt und Astronomen: „Der Hipparch ist vor 20 Jahren versprochen worden, allein weil nun die Rudolfinischen

[19]) Diese Uebersetzung ist erst noch etwas abgekürzt, unter Weglassung einiger Nebenumstände, wie der Adelstitel von Tycho.

Tafeln fertig vorliegen, verhält sich die Sache anders; so nämlich, daß er nicht besonders herauszugeben ist, sondern einen Theil von einem Buch ausmachen soll, welches dem Almageſt des Ptolemäus entsprechen und nach den Tafeln erscheinen wird, wofern Gott Leben und Kräfte gewährt." Der neue Almageſt kam nicht zur Ausführung und der Hipparch blieb Fragment im Manuscript. Ohne Zweifel würden die „Commentarien über die Bewegungen der übrigen Planeten" (d. h. außer dem Mars), von welchen Kepler in der Dedication der zweiten Ausgabe seines „Prodromus" spricht, als solchen „quae adhuc domi premo", ebenfalls in dem „Neuen Almageſt" ihre Stelle gefunden haben.

Nachdem Kepler den Kaiser von der Herausgabe der Tafeln und von seinem Vorsatz, die Ephemeriden vom Jahr 1620 ab fortzusetzen, unter dem obligaten Geldgesuch in Kenntniß gesetzt hatte, wurde er mit seiner künftigen Besoldung und den nunmehr um 12000 fl. betragenden Rückständen an Wallenstein gewiesen, der so eben zum Herzog des eroberten Mecklenburg ernannt worden war, vorher schon Herzog von Friedland (in Böhmen) und von Sagan (in Schlesien), und seit 1608 in persönlicher Verbindung mit Kepler, den er um der Astrologie willen hoch schätzte[20]); auch hatte er sich bereit erklärt, Kepler nach Schlesien zu sich zu nehmen und die Gelder auszubezahlen. Kepler seinerseits nahm an, obwohl nicht ohne Sorge, in der Aussicht auf einen ruhigen Ort zu Fortsetzung seiner Studien und zum Unterhalt seiner Familie. So reiste er mit dieser im Juli 1628 nach Sagan, wo er bis zum October 1630 blieb und

[20]) Im Jahr 1609 hatte Kepler dem Herzog von Friedland jenes Horoscop gestellt, welches, neben dem 1606 an Kaiser Rudolf auf dessen Verlangen eingereichten Prognosticum über den Ausgang des Streits zwischen dem Papst und der Republik Venedig, unter Keplers speciellen astrologischen Leistungen am berühmtesten geworden ist. Beide stehen im 1. Band der Werke.

mit Wallenſteins Hilfe eine Druckerei anlegte, nachdem er ſeine Lettern an ſich gezogen hatte.

Hier kamen dann auch im Jahr 1630 die Ephemeriden der Jahre 1621 bis 1636 heraus, wobei er an ſeinem Schwiegerſohn Bartſch, dem deſignirten Profeſſor der Mathematik an der Straßburger Univerſität, einen angenehmen Gehilfen hatte. Hiebei haben wir, als die letzte wiſſenſchaftliche That des großen Aſtronomen, mit welcher er gleichſam den früher mit ſeinem „Mercurius in Sole“[21]) begangenen Fehler geſühnt hat, zu regiſtiren: den ſchon 1629 durch Bartſch aus der Ephemeride für 1631 beſonders herausgegebenen „Aufruf an die Aſtronomen wegen der ſeltenen und wunderbaren Phänomene des Jahres 1631, nämlich der Vorübergänge des Mercur und der Venus vor der Sonnenſcheibe.“ Dieß war nämlich eine bis dahin noch nicht beobachtete Erſcheinung[22]), welche ſofort auf Kepler's Aufruf hin namentlich von Gaſſendi zu Paris beobachtet worden iſt, welcher darüber an Kepler's Freund, den Mathematiker und Techniker Schickhard in Tübingen, berichtet hat, der Kepler bei der techniſchen Ausführung ſeiner Figuren behilflich war. Außerdem haben wir noch das in einem Brief an Bernegger vom Jahr 1629 ausgeſprochene Project eines „Compendiums der Mathematik“ zu erwähnen.

Die Hochzeit der Tochter Suſanna mit dem ſoeben erwähnten Bartſch hatte im Jahr 1630 zu Straßburg bei Freund Bernegger ohne Beiſein der Eltern ſtattgefunden.

---

[21]) Vgl. Note 11 bei der zweiten Periode.

[22]) Die Venusdurchgänge haben ſpäter durch Halley (1716) ihre große praktiſche Bedeutung erhalten, nämlich für die genauere Beſtimmung der Entfernung der Erde von der Sonne, wenn die Beobachtung an ſehr entlegenen Orten der Erde zugleich gemacht wird, was erſtmals 1761 und 1769 geſchah. — Kepler dachte hieran noch nicht, wohl aber an die genauere Beſtimmung des ſcheinbaren Durchmeſſers der beiden unteren Planeten.

Kepler hatte die Freude, das neuvermählte Paar bei sich zu sehen, und der Schmerz, die Tochter drei Jahre später als Wittwe zu wissen, blieb ihm erspart. Die politischen Verhältnisse Deutschlands, unter welchen Kepler scheiden mußte, waren trüb; er erlebte, nach der vollständigen Niederlage der Protestanten, das Restitutionsedict von 1629, er erlebte noch Gustav Adolf's Landung in Deutschland im Sommer 1630, keineswegs aber die dadurch herbeigeführte Wendung in der Sache der protestantischen Reichsstände und in der österreichischen Gewaltherrschaft über Deutschland. Wallenstein leistete die versprochene Zahlung nicht und verlangte von Kepler, daß er ein Lehramt an der Universität Rostock übernehme. Dessen weigerte sich Kepler, wenn es nicht mit ausdrücklicher Erlaubniß des Kaisers und unter Garantie seiner Geldansprüche an diesen geschehe, weil dieselben sonst nichtig geworden wären. Wallenstein selbst aber war schon seit einiger Zeit in Spannung mit Kaiser und Reich; er wurde ja auf demselben Reichstag zu Regensburg als Feldherr abgesetzt, auf welchen sich endlich Kepler im October 1630 begab, um seine Geldforderung an den Kaiser geltend zu machen. Nachdem er zu Leipzig noch bei Philipp Müller verweilt, welchen er seinen andern Bernegger nennt, kam er ermüdet von der Reise, die er, wie gewöhnlich, zu Pferd gemacht hatte, in Regensburg an und erkrankte ein paar Tage später an einem hitzigen Fieber znm Tod. Er starb am 15. November 1630 im 59. Jahr seines Lebens eines frühzeitigen Todes zwar, aber nach vollbrachtem Werk.

Welche Fülle von Geistesgaben, welche Schätze des Gemüthes, welcher Adel der Gesinnung, welche Größe des Charakters; welche Arbeitskraft, welche Gelehrsamkeit, welche Virtuosität in Rede und Schrift; welche Freiheit des Gedankens,

welche Liebe zur Wahrheit, welche allseitige Humanität mit diesem Manne in das Grab gesunken ist; — das werden wir im nächsten Abschnitt in ein Gesammtbild zu concentriren suchen, wobei wir ihn selbst von seinen Inspirationen sprechen und in seiner Laune sich ergehen lassen wollen, nachdem uns jene Züge schon aus der kurzen Geschichte seines äußeren Lebens klar geworden sind. Nach dem Straßburger Gemälde (eine Copie desselben ziert den 8. Band der Werke), — welches ihn als jungen Mann darstellt, war dieser Mann auch ein schöner Mann mit hoher Denkerstirne und launig-heiterem Ausdruck um den feinen Mund.

Die Nachkommenschaft Keplers war nicht zahlreich, obwohl er aus erster Ehe 5, aus zweiter 7 Kinder hatte, gleich viel Söhne und Töchter. Nur sechs überlebten den Vater und die vier jüngsten (das jüngste war 1630 geboren) scheinen sammt ihrer Mutter nicht lange nach dem Vater gestorben zu sein, „in Elend und Armuth," wie es, jedenfalls übertreibend, in einem Gesuch des Sohnes Ludwig an den Kaiser heißt, in welchem er um Ueberlassung der väterlichen Manuscripte und um Ausbezahlung der Rückstände bittet. Nur zwei erreichten das reife Alter, die 1602 geborene Tochter Susanna und der 1607 geborene Sohn, beide zu Prag aus erster Ehe. Beiden sind wir in der dritten Periode begegnet. Susanna, welche nach Bartsch's Tod eine zweite Ehe schloß, ist gewissermaßen verschollen, wenigstens ist von ihrem Ende nichts sicheres bekannt. Ludwig war schon zu Linz in einem Alter von 18 Jahren, noch bevor er zu Tübingen (1826—1829) Medicin studirte, als Schriftsteller aufgetreten oder vielmehr als Herausgeber einer ihm vom Vater überlassenen philologischen Arbeit desselben aus der Prager Zeit[1]). Später ließ er sich zu

[1]) „Des fürtrefflichen Weltweisen Römers Cornelii Taciti Historischer Beschreibung das Erste Buch, in verständlicher hochdeutscher Sprache in Druck geben durch Ludovicum Keplerum, Joannis Kepleri Filium 1625." Vgl. Frisch Op. K. VIII, S. 893 u. ff.

Königsberg in Ostpreußen nieder und starb 1663 als angesehener Arzt daselbst; der einzige Sohn, welcher den Vater überlebte, starb ledig als Chirurg zu Amsterdam. Mit diesem erlosch also der Kepler'sche Mannesstamm[2]).

Von Kepler's Hinterlassenschaft zu Regensburg existirt ein vielfach abgedrucktes amtliches Inventar[3]), welches wir deßhalb übergehen und nur mit Frisch bemerken, daß Kästner's vielfach nachgeschriebener Jammerruf von Kepler's „Hungertod" auch durch jene Urkunde widerlegt wird; obwohl nicht in Abrede zu stellen ist, einmal, daß der überwiegende Hauptposten jener Verlassenschaft in den vielfach erwähnten Ausständen besteht, die zusammen eine sehr ansehnliche Summe bilden, um welche auch noch der Sohn sollicitirt nnd wovon schwerlich ein namhafter Theil ausbezahlt worden ist; alsdann daß Kepler selbst in wiederholter Geldnoth sich befand, zumal als noch zu der Ebbe der kaiserlichen Finanzen die Drangsale des Dreißigjährigen Kriegs sich gesellt hatten.

Keplers literarischer Nachlaß aber muß uns ausführlicher beschäftigen, übrigens erst im dritten Theil dieser Schrift, wo es sich um die neue Gesammtausgabe seiner Werke handelt. Nachdem aber im Vorhergehenden alle von Kepler selbst herausgegebenen Schriften, als ebensoviele Ereignisse im Leben eines Mannes der Wissenschaft, verzeichnet worden sind, muß hier noch eine seiner merkwürdigsten kleinern Schriften erwähnt werden, welche unter dem Titel: „Ein Traum oder die Astronomie vom Monde aus"[4]) von Ludwig Kepler 1634 vollends herausgegeben

[2]) Von weiblicher Seite hat Gruner mehrere directe Descendenten Keplers entdeckt, wie er in der Vorrede seiner Kepler-Biographie S. XIII meldet.

[3]) Vollständig bei Frisch Op. K. VIII, S. 925 vgl. S. 669; aber auch bei Breitschwert und im 4. Bande von Kästner's „Geschichte der Mathematik seit Wiederherstellnng der Wissenschaften."

[4]) „Opus postumum de Astronomia lunari," d. h. über den Himmel, wie er vom Mond aus erscheint (so drückt sich Kepler

worden ist, nachdem noch Kepler selbst den Druck vor jener verhängnißvollen Reise nach Regensburg begonnen, aber sowie Bartsch, der dann die Herausgabe übernahm, darüber gestorben war. Kepler hatte schon in Tübingen in der verloren gegangenen Disputation, die er für Besold 1593 schrieb, mit der Idee von Mondbewohnern gespielt, wie wir wissen. Später hatte er, bereits in der optischen Astronomie, mit Beziehung auf die ihm damals nur in einer Uebersetzung bekannten Schrift Plutarch's „vom Angesicht in der Mondscheibe," noch mehr aber nach Galiläi's teleskopischen Wahrnehmungen, die Idee einer „Mondgeographie oder richtiger Selenographie"[5] gefaßt. Aus diesen Elementen, zu welchen sich noch der satirische Nebenzweck gesellte, „die cyclopischen Sitten seiner Zeit an den Mondbewohnern zu rügen," den er aber wieder fallen ließ[6], ist das merkwürdige Buch entstanden, welches in seiner Grundlage, dem „Traum" selbst, 1608 geschrieben, 1621 „wieder vorgenommen, d. h. mit Noten versehen", wie Kepler im Jahr 1623 an Bernegger schreibt, endlich 1629 mit der Plutarchischen Schrift verbunden worden ist, deren griechischen Urtext Kepler lange vergeblich gesucht hatte.

---

selbst in einem Brief an Bernegger vom Jahr 1629 aus), oder über die Astronomie der Mondbewohner (wie er in seiner „Unterredung mit dem Himmelsboten" 1610 sagt). Der „Traum" hat einen an den Jesuiten Guldin gerichteten Anhang: „Appendix Geographica seu mavis Selenographica." Endlich ist beigegeben: Keplers lateinische Uebersetzung von Plutarch's Buch: „de facie quae in orbe Lunae apparet" mit Noten. Das „Mondgesicht" hat schon dieser „Philosoph von Chäronea" für Unebenheiten des Mondkörpers erklärt und daraus geschlossen, daß der Mond ein der Erde analoger Körper sei.

[5] Der erste, welcher unter diesem Titel die Mondoberfläche ausführlich beschrieben hat (1647), war der Danziger Astronom Hevel, der auch die Kepler'schen Manuscripte von Ludwig Kepler gekauft hat, vgl. den zweiten Abschnitt des dritten Theils.

[6] Nach dem schon in Note 4 citirten Brief an Bernegger vom Jahr 1629.

II. Keplers Persönlichkeit und Verhältniß zu seiner Zeit.

Der nächste Eindruck, den wir von Keplers äußerem Leben erhalten, ist gewiß der eines fortwährenden Kampfes mit allen möglichen Widerwärtigkeiten, welche sich nur einer auf Nachdenken und Muße angewiesenen Wirksamkeit entgegensetzen können. In der That ist diese Schicksalsverwicklung charakteristisch für Kepler, worin sein Leben gegen das seines Vorgängers wie gegen das seines Nachfolgers auffallend absticht. Wieviel davon auch nicht unmittelbar in dem besonderen Widerstand gegen Kepler, als den freien Geist, den Mann des Gedankens und des Fortschritts, seinen Grund hat, sondern in den allgemeinen Verhältnissen Deutschlands, wie sie die Folge der großen kirchlichen Umwälzung waren: so vereinigen sich doch alle feindlichen Mächte zuletzt in diesem Widerstand gegen Geistesfreiheit.

Dieß zeigt sich vor allem darin, wie Kepler von beiden Seiten verfolgt wird, von katholischer und von protestantischer Seite. Er kommt zweimal mit den von den Jesuiten angestifteten Protestantenverfolgungen in den österreichischen Ländern in verhängnißvollen Conflict und ist wiederholt Gegenstand der lockenden Proselytenmacherei jesuitischer Fachgenossen, welche auf den hervorragenden Mann fahnden, indem sie seiner Wissenschaft und Begabung huldigen, und in seiner Toleranz und Abneigung gegen den kirchlichen Parteikampf einen Anknüpfungspunkt für ihre Bestrebungen sehen. Gleichwohl wird er, der das protestantische Princip als eigentliches Lebenselement in sich aufgenommen hat und demselben Wohlstand und Aussicht auf ungestörte Hingebung an seine Lieblingsstudien zum Opfer bringt: gleichwohl wird dieser Mann von den Wortführern seiner Kirche zurückgestoßen, weil er dem Dogma von der Allgegenwart des Leibes Christi seine Vernunft nicht gefangen gibt und den Haß gegen die Calvinistischen Brüder

nicht theilen kann. Er kam dadurch in Verdacht, wie er selbst[1]) sich ausdrückt: „ich solle seltsam in der Religion und halb papstisch halb calvinisch sein!“

Es zeigt sich ferner darin, — und dieß ist der Gipfelpunkt, — daß der Mann, welcher die Weltansicht einer neuen Zeit herbeiführen hilft, in persönlichen Conflict mit dem Hexenproceß kommt, der damals von dogmatischer und juridischer Seite Satzung geworden war, allerdings in der Consequenz eines finstern und unfreien Zeitgeistes aus der alten Weltansicht hervorgegangen, aber immerhin eine der tiefsten Entmenschlichungen, welche die Menschengeschichte kennt, und ebenso gewiß auch der Punkt, von welchem aus Vernunft und Humanität die Reaction gegen das Dogmensystem begann, welches zu solchen Folgerungen sich entwickelt hatte.

Wie sehr Kepler bestimmt war, den Kampf mit Vorurtheil und geistiger Unfreiheit überall durchzumachen, geht endlich noch daraus hervor, daß er nicht nur, wie alle damaligen Anhänger des richtigen Weltsystems, von den Theologen verketzert wird, sondern sogar in seinem berühmten Fachgenossen, an den er so wesentlich gewiesen war, und zu dem er sich so anerkennend verhielt, in Tycho Brahe, leidenschaftlicher Eingenommenheit gegen die neue Wahrheit auf so hemmende Weise begegnen muß.

Mit Recht wird Kepler bewundert, daß er unter solchen Verhältnissen das ausführte, was er ausgeführt hat; aber wie seine ganze Persönlichkeit darauf angelegt war, zeigt sich uns, wenn wir dieselbe nun nach ihren wesentlichen Zügen zergliedern. Denn der Gabenfülle des feinen Geistes zur Seite steht die innere Freiheit des Gedankens, welche bei dem Manne der Wissenschaft den Grundton des Charakters bilden muß, und in der Tiefe seines Gemüths

[1]) In dem „Frauenbrief“, von welchem in Note 6 bei der dritten Periode von Kepler's Leben die Rede war.

lodert die Begeisterung für die Idee als der innerste Lebenspunkt, von dem aus seine wissenschaftliche Wirksamkeit mit seinem ganzen Sein und Wesen verwachsen ist, womit überhaupt die Idee persönliches Leben in einem Individuum gewinnt. Dieß sind aber eben die wesentlichen Merkmale des wissenschaftlichen Genius überhaupt; denn was ist jene Begeisterung anderes, als die natürliche Lebensschwellung, in welcher er seinen Reichthum entfalten muß wie die Blume, und was ist die innere Freiheit anderes, als der sittliche Charakter, welchen er sich erringt?

Keplers intellectuelle Ausstattung hat ihren Mittelpunkt darin, daß in ihm ein ausgezeichneter Grad von mathematischem Talent mit eigenthümlichen Beigaben auftritt, und wie sehr dieß seiner Lebensaufgabe entsprach, wird sich im dritten Abschnitt herausstellen. Wenn wir hier versuchen die Bestandtheile (Momente) zu sondern, so müssen wir vorerst das, was mehr formell ist, dem voranstellen, was den Inhalt ausmacht oder was wir in diesem Sinn materiell nennen können. Dabei dürfte wohl kaum von jenen allgemeinen Gaben, wie Fassungskraft, Urtheilskraft, die Rede sein, welche in höherem Maß jedem guten Kopf zukommen, wie viel mehr also dem Genius, wenn sich nicht doch insofern etwas Charakteristisches herausstellte, als das ausgezeichnete Maß, in welchem diese Geisteskräfte dem Genius zukommen, innerhalb eines weiteren oder engeren, ja sehr engen Gebietes stattfinden kann. Solcher „Beschränktheit" des Genius gegenüber, welche häufiger bei dem künstlerischen, aber auch bei dem wissenschaftlichen, und insbesondere bei dem mathematischen Genie vorkommt, findet bei Kepler die entgegengesetzte Erscheinung, eine hohe Allgemeinheit wissenschaftlicher Empfänglichkeit und Urtheilsgabe, statt; es ist mit einem Wort Kepler's Universalität.

Was nun aber von der formellen Seite Kepler am meisten kennzeichnet, ist ein Verein von zwei sehr verschiedenen specielleren Gaben oder Eigenschaften, welche eben

daher selten in höherem Grad vereint sind; aber auch ebendaher, wenn sie es sind und in so hohem Grade sind, um sich so wesentlich zu ergänzen, wie bei ihm, nothwendig etwas Außerordentliches geben müßen und bei ihm eben in seiner wesentlichsten Leistnng so wunderbar zusammenwirkten. Es ist die sprudelnde Phantasie auf der einen Seite, welche unerschöpflich in Vermuthungen und Combinationen ist, wenn es galt, etwas zu erforschen oder zu entdecken, aber auch verwirrenden oder irreführendeu Einfluß ausübt, wenn der rechte Anhaltspunkt fehlte; welche häufig seine Sprache schwer verständlich macht, ihr aber auch eigenthümlichen Reiz und Schwung verleiht, hinreißend, wenn sie seiner Begeisterung Worte leiht. Es ist auf der anderen Seite die ächte Gründlichkeit des Empirikers, mit welcher er überall zur Einzelausführung hinstrebt und einen Gegenstand nicht losläßt, bis er ihn von allen Seiten betrachtet ausgemessen und zergliedert hat.

Aehnlichen Verhältnissen begegnen wir auf der anderen Seite, welche wir die materielle zu nennen uns erlaubt haben. Auch hier wiederum ist ein allgemeines, wenn auch erworbenes, doch auf einen Trieb zurückweisendes, Moment bei dem Manne der Wissenschaft die Gelehrsamkeit, worin sich, wie zuvor, eine entsprechende Universalität bei Kepler zeigt, mit welcher er, wie die Geschichte seiner Studien und Schriften (im ersten Abschnitt) hinreichend zeigt, das gesammte gelehrte Wissen seiner Zeit umfaßte, und welche in seinen Werken an der großen Belesenheit in Schriften aller Art, besonders auch in den alten Classikern, erscheint, worin er in der That den Humanisten seiner Zeit an die Seite gesetzt werden darf. Im Besonderen aber ist es ebenfalls ein Verein, der Verein zweier und zwar sehr verschiedener, wenn auch das gemeinsame Merkmal der Abstraction theilender, Talente, welche Kepler kennzeichnet, der Verein des philosophischen und des mathematischen Talents.

Wenn Kepler philosophisches Talent zugeschrieben wird, so ist damit nicht nur der philosophische Geist überhaupt gemeint, der bei jedem Manne der Wissenschaft, selbst wenn er der Philosophie als solcher abhold ist, zu Grunde liegt und am Ende nichts anderes ist als der Trieb zu vorurtheilsfreiem Selbstdenken, sondern etwas Eigenthümlicheres. Der Verein zweier Talente kann ferner zweideutig erscheinen, aber er kommt vor in den Gebieten der Wissenschaft und der Kunst, doch meist so, daß eines entschieden vorherrscht und wohl auch den Erzeugnissen des anderen einen besonderen Anstrich gibt, oder dieses nur dadurch gewähren läßt, daß es die Form von ihm annimmt. Standen die beiden Talente, welche wir Kepler zuschreiben, bei einem Descartes und Leibnitz fast im Gleichgewicht nebeneinander, so herrschte bei einem Spinoza und Kant das philosophische gewiß weit über das ebenso gewiß vorhandene mathematische vor, bei Kepler aber haben wir den umgekehrten Fall. Dabei müssen wir übrigens noch an die allgemeine Erscheinung erinnern, daß, je weiter wir in der Geschichte der Wissenschaft zurückgehen, desto weniger die einzelnen Gebiete derselben von einander sich gesondert haben.

Das philosophische Talent zeigt sich bei Kepler nicht nur darin, daß er das metaphysische Gebiet betritt, in einem speculativen Ideenkreis sich bewegt und das Princip, das zunächst für ein engeres Gebiet gelten und dessen begriffsmäßigen Gehalt vorstellen soll, nämlich das Harmonieprincip im Bau des Sonnensystems, auch durch andere Gebiete (Politik, Psychologie) zu verfolgen, also die Wirklichkeit danach zu construiren strebt, indem er so mit jenem Princip in der „Weltharmonik" eine Art von pythagoräisirendem System aufbaut[2]). Sondern es zeigt sich auch darin, daß

[2]) Ueber Keplers Pythagoräismus kann Apelt besonders in seiner Schrift „Keplers astronomische Weltansicht" (1846) und Förster in dem Vortrag über „Johann Kepler und die Harmonie der Sphären" (1862) verglichen werden.

er überhaupt nicht bei einer Thatsache, einem Naturgesetz stehen bleibt, als einem durch die Erfahrung gegebenen, sondern daß er es von vorn herein (a priori) annehmlich finden und im Zusammenhang des Denkens zu begreifen strebt. Indessen ist dieses Talent bei Kepler entschieden überragt von dem mathematischen und gleichsam dadurch gebunden; er ist dem Wesen und Beruf nach Mathematiker. Er hat die Mathematik, wie wir schon gesehen haben, nach der geometrischen wie nach der arithmetischen Seite in sich selbst vervollkommnet und außerhalb mit den glänzendsten Erfolgen angewendet, indem er sie als Instrument in der Weise des Virtuosen handhabt. Vorzugsweise aber äußert sich das mathematische Talent bei ihm in geometrischer Anschauung, in ungemeinem Sinn für Analogie und Symmetrie der Gestalten, in Ausbegung großartiger geometrischer Probleme, wie in erfinderischem Scharfsinn zu ihrer Lösung mit unvollkommenen Mitteln, in jener Zeit, wo die rechnenden Zweige der Mathematik überhaupt noch in den Lehrjahren standen. Am meisten lag ihm, bei aller Virtuosität in Zahlen und Rechnung, das algebraische Gebiet abseits, welches, bereits durch die „Cossisten" Italiens und Deutschlands (darunter auch sein Arbeitsgenosse Byrg) gepflegt, weiterhin durch Descartes folgereich in die gesammte Mathematik eingreift.

Dieß scheinen die wesentlichen Züge in der Begabung Keplers zu sein; indessen ist noch auf zweierlei aufmerksam zu machen, um den Reichthum seines Geistes zu erschöpfen. Das eine ist das, was man Takt, Instinct des Genius zu nennen pflegt, was wir auch bei Kepler in überraschender Weise antreffen und gerade bei einer solchen Mischung der geistigen Kräfte erwarten dürfen; jener geheime Instinct, vermöge dessen er manche Wirklichkeit ahnt, welche noch nicht zur Entdeckung reif ist, vermöge dessen oft durch ein Gewebe von Irrthümern plötzlich wieder ein Lichtblick der Wahrheit fällt. Im dritten Abschnitt wird sich

uns dieſes Ahnungsvolle in Keplers Genius wiederholt aufdringen.

Das andere iſt Keplers hoher Sinn für die redenden Künſte. Er beſaß nicht nur die gediegenſten Kenntniſſe in der Theorie der Muſik, ſondern auch entſchiedenen Sinn für das Künſtleriſche des Tonwerks. Sein redneriſches Talent war allgemein anerkannt, und ſeine Schriften zeichnet überhaupt eine blühende Sprache aus; nicht nur war ihm der hohe Stil der Begeiſterung geläufig, ſondern er ergeht ſich auch im launigen Stil auf die artigſte Weiſe; Witz und Humor, Ironie und Satire ſtehen ihm zu Gebot, wie beſonders aus ſeinen Briefen und Streitſchriften, aber auch aus ſeinen großen wiſſenſchaftlichen Werken erhellt. Sein Sinn für Dichtkunſt geht aus ſeinen eigenen Verſen hervor, welche nicht nur in förmlichen Gelegenheitsgedichten, ſondern auch in den wiſſenſchaftlichen Werken — z. B. der Hymnus am Schluß des „Prodromus" — auftreten; ebenſoſehr aber auch aus ſeiner großen Vertrautheit mit den alten Dichtern. Ueberraſchend iſt es, wenn plötzlich in die trockenſte Unterſuchung eine Dichterſtelle hineinſpuckt; wenn er z. B. in der Schilderung ſeiner Verſuche und Irrgänge auf dem Wege zur Wahrheit, indem gleichſam die Natur bald ſich zurückzieht, bald zum Folgen reizt, die Virgiliſchen Verſe anſpielt:

Malo me Galatea petit, lasciva puella,
Et fugit ad salices, et se cupit ante videri[3]).

Vom hohen Stil Keplers werden wir nachher Proben haben, wenn wir ſeine Begeiſterung ſprechen laſſen. Darum führen wir hier noch ein paar Proben von der anderen Seite an. In der Dedication der „Neuen Aſtronomie"

[3]) Astronomia Nova IV, 58, in Friſch Op. K. III, S. 399. Die Verſe ſind aus der dritten Ecloge, deutſch:

Aepfel wirft Galatea nach mir, das ſchelmiſche Mädchen,
Flieht zu den Weiden zurück, doch wünſcht ſie zuvor ſich geſehen.

an Kaiſer Rudolf präſentirt er dieſem „einen höchſt nobeln Gefangenen, welchen er, unter Seiner Majeſtät Auſpicien, in einem langen und mühſamen Kriege gemacht habe". Hierauf gibt er in Ausſpinnung dieſes Bildes vom Krieg die aſtronomiſche Geſchichte des Mars, beſonders ſei aber der Heerführer Tycho in dieſem Feldzug hervorzuheben, der in zwanzigjährigen Nachtwachen jenes Feindes ſämmtliche Gewohnheiten, Stellungen und Kriegsliſten erforſcht und aufgezeichnet habe.

Wir erinnern ferner an die Scherze und Wortſpiele, mit welchen Kepler ſeine Gedanken über die Geſtalt des Schnees in einem Schreiben an den kaiſerlichen Rath Wackher einleitet. Wiſſend, wie ſein Gönner das „Nichts" liebe, habe er alle Elemente durchgegangen, um etwas dem „Nichts" möglichſt nahe verwandtes zu finden, Sandkörner und Stäubchen der Erde, Funken des Feuers, Wind und Rauch in der Luft, Tropfen des Waſſers, aber nichts von alle dem habe ihm genügt, auch nichts in der Thierwelt, noch Epicurs Atome. Wie er nun, ärgerlich nichts zu finden, über eine Brücke gewandelt, ſeien hin und wieder friſche Schneeflocken auf ſeine Kleider gefallen, alle ſechseckig. — „Siehe da! ein Ding kleiner als jeder Tropfen und doch mit Geſtalt begabt, gewiß ein erwünſchtes Angebinde („strena") für den Liebhaber des „Nichts", und ebenſo paſſend von Seiten des mathematiſchen Gebers, der „Nichts" hat und „Nichts" empfängt; — und der verhängnißvolle Name nix! höchſt willkommen bei Wackher, dem Liebhaber des „Nichts", denn fragſt du einen Deutſchen, was „nix" auf lateiniſch heiße, ſo wird er antworten „Nihil"; — nimm alſo das ankommende „Nichts" heiter auf, aber halte den Athem an dich, damit du nicht wieder nichts empfangeſt; denn Sokrates muß vom Flohſprung ſprechen, d. h. erklären, weßhalb der Schnee in der erſten Bildung, ehe er ſich nämlich in größere Flocken ballt, immer ſechseckig falle, je mit ſechs zottigen Radien".

D. F. Strauß spricht von deutschen Classikern, welche lateinisch geschrieben haben, zu welchen er seinen Hutten rechnet; denn er verstehe darunter einen Schriftsteller, in dessen Werken die tiefste Eigenthümlichkeit seines Volkes zum vollen Ausdruck komme, und zwar in einer Form, die, wenn nicht für alle Zeiten mustergiltig, doch für alle bedeutend und anziehend ist[4]). Sollte nicht Kepler dieser Art von deutschen Classikern beigezählt werden dürfen? Wohl mit demselben Recht, mit welchem man Alex. v. Humboldt den neueren Classikern zuzurechnen pflegt. Wir wissen aus dem ersten Abschnitt, daß Kepler auch manche deutsche Schriften geschrieben hat. Diese freilich sind weniger dazu angethan und schrecken durch die fatale Orthographie der Zeit und die endlose Satzausspinnung ab. Auch begegnen wir in ihnen derberen, doch nicht minder witzigen Scherzen. Und um zugleich auch einen polemischen Witz von Kepler anzubringen, führen wir eine Stelle aus der dialogisch gehaltenen Streitschrift gegen den Astrologen Röslin an, welcher ihn wegen seiner Schrift über den neuen Stern angegriffen hatte. Röslin sagt vom Regen: „die guten fruchtbaren Regen kommen von oben herab. — Die Erde wird vom Himmel geschwängert". Hierauf Kepler: „Ist wahr, sonst würden die Kühe an den Bäuchen naß, wenn es über sich regnete; aber die Materie zu solchem Regen rauchet zuvor von unten hinauf. — Ich habe ein ähnliches Gleichniß in meinem Buch de Stella angeführt; es will sich aber nicht wohl deutsch geben lassen, worin ich mich von Dr. Röslin scheide"[5]).

---

[4]) Vorrede zu: „Gespräche von Ulrich von Hutten" 1860.

[5]) Den Rest mag man an Ort und Stelle in der „Responsio ad Röslinum (Op. K. I. Band) nachlesen und finden, wie treffend das Gleichniß, womit Kepler Röslins Ansicht höhnt, dem „ähnlichen" Gleichniß für seine eigene Ansicht gegenübersteht, nämlich im 28. Capitel der Schrift de Stella, welches von den „natürlichen Wirkungen des neuen Sterns in der sublunaren Natur" handelt, wo er der Erde ein

Soviel beiläufig über Kepler als Schriftsteller. Was jetzt den zweiten Hauptpunkt betrifft, so äußerte sich die innere Freiheit des Geistes bei ihm einerseits durch die Milde seines ganzen Wesens; in religiösen Verhältnissen jene Toleranz, welche mit der höheren Einsicht, daß Wahres und Falsches bei den einzelnen Parteien immer verbunden erscheint, eigentlich über denselben steht; im wissenschaftlichen Verkehr die zuvorkommende lernbegierige Anerkennung fremden Verdienstes, welche zugleich fähig ist, den Irrthum bei sich selbst einzugestehen. Ebensosehr aber äußerte sich Keplers Geistesfreiheit auf der anderen Seite durch die Entschiedenheit und den Eifer, mit welchem er in allen Gebieten die erkannte Wahrheit behauptet und gegen das wenn auch noch so alte Vorurtheil, ja gegen den ganzen Zeitgeist, den er übersieht, sich auszusprechen den Drang fühlt, einen Drang, den man meistens den Denkern so übel nimmt. Und wie sehr Kepler das Bewußtsein davon hatte, daß geistige Freiheit eine wesentliche Bedingung wissenschaftlicher Leistungen sei, zeigt sein kurzes schlagendes Urtheil über Copernicus: „Copernicus vir maximo ingenio et, quod in hoc exercitio magni momenti est, animo liber".

Wir belegen diesen Zug in Keplers Persönlichkeit mit einigen durch Freimuth ausgezeichneten Aeußerungen Keplers über das religiöse Treiben seiner Zeit und über den Widerstand gegen die neue astronomische Wahrheit. Zuerst über die kirchlichen Parteiungen und den Ketzerhaß.

In dem Brief, welchen Kepler an den der Concordienformel nicht streng ergebenen Markgrafen Friedrich von Baden schrieb, bei Ueberreichung seiner Schrift über den neuen Stern, welcher, wie der eben erschienene Komet (von 1607) „nichts Gutes für Deutschland zu bedeuten

---

Empfindungsvermögen für die himmlischen Aspecte zuschreibt, durch deren Reiz sie zur Ausschwitzung von Regendämpfen veranlaßt werden könne.

ſcheine", findet er ſofort das Uebel, woran Deutſchland leide, anderswo: „der beſtellten Lehrer etliche confundiren das Lehramt mit dem Regieramt, wollen Biſchöfe ſein und haben einen unzeitigen Eifer, damit ſie Alles übern Haufen ſtoßen; — bei etlichen Herrſchaften aber, welche factiſch das biſchöfliche Amt vertreten, fehlt es am Geiſt der Einigkeit und am Band der Liebe". In dem Brief an Hafenreffer vom Jahr 1610 heißt es: „ich fühle die Kraft des Alterthums (d. h. der urchriſtlichen Lehre) in mir; dem Calvin, welcher ein Neuer iſt, würde ich nimmer zu Gefallen reden, wenn das Alterthum mich nicht überzeugte; — aber ebenſo hole ich meine Ueberzeugung beim Alterthum, wenn ihr dem den Jeſuiten und Calviniſten günſtigen Sinne dieſes oder jenes Kirchenvaters nichts entgegenzuſetzen wiſſet, als jenen von Luther im Jahr 1526 erfundenen und von Jakob Andreä und Conſorten erweiterten Schluß aus der Allgegenwart Gottes und aus der Fleiſchwerdung des Wortes auf die Ubiquität des Fleiſches; das Alterthum würde bei mir nur fallen, wenn ihr mir die ausdrücklichen Worte der Schrift entgegenhalten könntet". Als ihm endlich der zur katholiſchen Kirche übergetretene Prälat J. Piſtorius, mit welchem er über das Geburtsjahr Chriſti verkehrte, von ſeiner ſchweren Krankheit und bevorſtehenden Befreiung von den „Eitelkeiten dieſer Welt" ſchrieb, antwortete ihm Kepler: „zu dieſen Eitelkeiten gehört vornehmlich der glühende Parteigeiſt derer, welche die Privilegien der Seligkeit zu beſitzen glauben, die Himmelspforten nur in Rom finden, das Recht der Schriftauslegung allein in Anſpruch nehmen, gegen die, welche der Freiheit ſich zugewendet haben, mit Verachtung und Verläumdung vorgehen" u. ſ. w.[6]).

Aus Gelegenheit des Widerſtandes gegen den

[6]) Worauf Piſtorius an Kepler zurückſchrieb, er werde ſich mit ihm, der von Theologie nichts verſtehe, über dieſen Gegenſtand nicht einlaſſen.

Gregorianischen Kalender sagt Kepler in einem Brief an Mästlin, welcher, wie wir wissen, den amtlichen Auftrag hatte, gegen den neuen Kalender zu schreiben, im Jahr 1597: „Was soll die eine Hälfte Deutschlands thun? Wie lange wird sie vom übrigen Europa getrennt bleiben? — Auf was wollen wir warten? bis etwa ein Deus ex machina die Obrigkeiten aller jener Länder mit dem Licht des Evangeliums erleuchtet? Gesetzt aber auch, dieses Wunder ereigne sich; dürfen wir darum hoffen, daß dieselben die einmal angenommene Kalenderreform wieder aufgeben werden? Schon seit 150 Jahren wird dieselbe von den Astronomen gefordert; — wollen die heutigen Astronomen die Klagen eines Purbach, Regiomontan, Pitatus, Stoffler niederschlagen? Wohl sagst Du, unsere Zeiten seien andere, jetzt streiten die Theologen neben den Astronomen. — Das kann uns aber nicht abhalten, die jetzt einmal schon soweit verbreitete Gregorianische Reform anzunehmen, nicht eben als die beste, aber auch als mit nichten die schlechteste, da sie für die Reihe der nächsten Jahrhunderte vollkommen ausreicht. — Wir haben ja schon seit 20 Jahren dem Papst unsere Freiheit gezeigt, an dem alten Kalender festhalten zu können; das genügt, um nicht in den Verdacht des Zwangs zu kommen, wenn wir jetzt endlich verbessern, wie er verbessert hat. — Es ist eine Schande für Deutschland, die Verbesserung der Zeitrechnung zu entbehren, da es den Weg zu derselben in der Restauration der Astronomie gebahnt hat".[7]). An denselben schrieb er im Jahr 1598 über das Aergerniß der Theologen am Copernicanischen System aus Gelegenheit seines „Prodromus" mit bitterer

[7]) Breitschwert hat hier wiederholt ganz gegen den Sinn übersetzt; z. B. „die evangelischen Obrigkeiten erleuchtet" anstatt: „jene Obrigkeiten (d. h. die katholischen) mit dem Licht des Evangeliums erleuchtet"; ferner „retinere antiquos fastos" mit „die alte Zeit festhalten mit unseren Festen". Auch läßt Breitschwert Kepler sagen, die päpstliche Reform sei einmal die beste.

Ironie: „Die ganze Astronomie ist freilich nicht werth, daß einer der Geringsten von denen, die an Christus glauben (unus ex pusillis Christi), daran Anstoß nehme. — Wohlan, ahmen wir die Pythagoräer nach, theilen wir privatim unsere Ansichten mit, schweigen aber öffentlich. Warum sollen wir die Astronomie durch die Astronomie verlieren? Die ganze Welt wimmelt von Menschen, welche bereit sind, die Astronomie, wenn sie dem Copernicus beipflichtet, aus der Welt zu verbannen und die Astronomen verhungern zu lassen."

In der Einleitung zur „Neuen Astronomie" weist Kepler ausführlich nach, daß die Copernicanische Lehre der Autorität der Bibel keineswegs widerstreite und zeigt dabei, daß er auch in der Exegese seinen theologischen Widersachern überlegen war. Sein Gedankengang ist folgender. Unsere Sprache richtet sich nach dem unmittelbaren Zeugniß der Sinne, es ist unmöglich davon zu abstrahiren, selbst wenn wir gewiß wissen, daß es sich in Wirklichkeit anders verhalte; auch der Copernicaner spricht ja z. B. vom Aufgang und Untergang der Sonne[8]). So spricht denn auch die Bibel mit den Menschen über weltliche Dinge in menschlicher Weise, um verstanden zu werden; auch wenn die Wirklichkeit von der Erscheinung abweicht, mögen dieß die Menschen wissen oder nicht; sie will nicht über optische oder astronomische Dinge belehren. Was insbesondere die berühmte Josua-Stelle betrifft, so ist klar, daß Josua zur Verfolgung der Feinde die Verlängerung des Tages wünschte und diesen Wunsch in gebräuchlicher Weise ausdrückte, die Sonne möge nicht hinter den Bergen verschwinden, sondern stehen bleiben; desgleichen aber ist klar, daß Gott den Sinn seines Wunsches wohl verstand und denselben, gewiß auf die richtige Weise, erfüllte,

[8]) Heute noch würde sich gewiß der lächerlich machen, welcher sagen wollte, „der Rigi geht unter die Sonne" anstatt des populären „die Sonne geht über dem Rigi auf".

die dem Josua wiederum als Stillstand der Sonne erscheinen mußte[9]). Die ganze Erörterung schließt, indem sich Kepler zuletzt „zu den Ansichten der Heiligen über Naturgegenstände" wendet, mit der herrlichen Stelle: „In der Theologie mag das Gewicht der Autoritäten gelten, in der Philosophie gilt das der Gründe. Heilig sei daher Lactantius, welcher die Kugelgestalt der Erde verneinte, heilig Augustinus, welcher diese zugab, aber keine Antipoden, heilig das Amt derer, welche heutzutage die Kleinheit der Erde zugestehen, aber ihre Bewegung läugnen; aber heiliger ist mir die Wahrheit, wenn ich, bei aller Achtung vor den Lehrern der Kirche, aus der Philosophie beweise, daß die Erde rund, von Antipoden umwohnt, ein Pünktchen im Weltall sei und unter den Gestirnen wandle".

Wenden wir uns endlich zu jenem anziehendsten Zug in Keplers Persönlichkeit, seiner Begeisterung. Sie ist es, wodurch er oder die Idee in ihm sich Bahn brach, aus ihr stammt die innere Ruhe und Freudigkeit bei allen Hemmungen und Schlägen von außen, die unversiegbare Quelle von Kraft; denn eben indem er Trost sucht im schlechthin Ewigen, verwirklicht er die Idee, die ihn begeistert, und indem er diesen Drang gewähren läßt, tröstet er sich. Ebendaher stammt auch das Bewußtsein der göttlichen Berufung und Leitung, welches ihn begleitet und nichts anderes ist als die Spitze des Selbstgefühls, worin der Begeisterte seine Einheit mit dem objectiven Geist ausspricht.

---

[9]) Ist der Sinn von Kepler: Gott erhörte den Wunsch Josua's, welchen dieser auch in menschlicher Weise richtig ausgedrückt hatte, so gibt der französische Astronom Delambre der Sache die Wendung: Gott erhörte den Wunsch Josua's, obgleich er ihn schlecht ausgedrückt hatte. — Noch eine andere Wendung wird von einem württembergischen Pfarrer erzählt: die Josua-Stelle beweise direct den Stillstand der Sonne, denn es finde sich keine zweite Stelle in der Bibel, in welcher Josua oder ein anderer Mann Gottes die Sonne wieder habe gehen heißen.

Manche Aeußerungen Keplers im vorigen Abschnitt dienen hiefür zum Beleg aus seinem eigenen Munde, besonders aber sind es Stellen aus seinen Hauptwerken selbst, welche zugleich zum Beleg für die im nächsten Abschnitt enthaltene Ansicht über den innern Gang seiner astronomischen Forschungen dienen. Schon in seinem ersten Werk schildert Kepler in begeisterten Ausdrücken den geistigen Genuß der philosophischen Forschung und bricht am Schluß in den schon oben erwähnten Hymnus aus: „Jova sator mundi etc.“ Die Hauptstellen aber sind der Bericht, wie er zur Theorie des Mars gekommen, im zweiten Buch der „Neuen Astronomie“, sowie Eingang und Schluß zu dem fünften Buch der „Weltharmonik“.

Hören wir ihn selbst, zuerst in der „Neuen Astronomie“. Er beginnt: „Wahr ist's, daß der göttliche Ruf, welcher die Menschen Astronomie lernen heißt, in der Welt selbst geschrieben steht, nicht zwar in Worten und Silben, aber der Sache nach vermöge der Angemessenheit der menschlichen Begriffe und Sinne zu der Verkettung der himmlischen Körper und Zustände. Aber doch treibt auch ein gewisses Geschick die Menschen verborgenermaßen, den einen zu dieser, den anderen zu jener Wissenschaft, und vergewissert sie, daß sie, wie sie einen Theil der Schöpfung ausmachen, so auch Antheil an der göttlichen Vorsehung haben“. Alsdann erzählt er, wie er, alsbald beim Eintritt in das philosophische Studium, Geometrie und Astronomie als vorgeschriebene Fächer leicht begriffen, jedoch ohne besondere Hinneigung zu dieser; wie er von der Regierung zum Dienst im Ausland bestimmt und zu der sich eben zuerst darbietenden mathematischen Stelle genöthigt worden sei; wie er den Erfolg der zwei ersten Jahre seiner astronomischen Studien in seinem ersten Werke niedergelegt und, in der eigenen Schätzung seiner Erfindung durch Mästlin bestärkt, von brennendem Verlangen ergriffen, zu erfahren, ob sie auch der ganzen Genauigkeit der verbesserten astro-

nomischen Beobachtungen genüge, deßhalb im Jahr 1597 brieflich an Tycho sich gewendet habe; wie Tycho — „ipse quoque magna pars fati mei", sagt er, — seitdem nicht abgelassen, ihn zu sich einzuladen, und, da ihn die große Entfernung von Tycho's damaligen Aufenthalt (zu Huen) hätte abschrecken müssen, er es wiederum der göttlichen Vorsehung zuzuschreiben habe, daß Tycho nach Böhmen kam; wie er sofort zu Anfang des Jahres 1600 zu ihm gekommen, in der Hoffnung die verbesserten Excentricitäten kennen zu lernen, wie sich alsbald ein Streitpunkt mit Tycho herausgestellt, er aber die Erlaubniß sich ausgewirkt habe, die Beobachtungen nach seiner Weise zu benützen. Nun habe damals Tycho's Gehilfe[10]) die Marstheorie unter den Händen gehabt, weil dieser Planet eben in seiner Opposition beobachtet wurde; „wiederum also, sagt er, halte ich es für göttliche Fügung, daß ich eben zu derjenigen Zeit ankam, da Tycho mit dem Mars beschäftigt war, denn durch dieses Planeten Bewegungen müssen uns nothwendig die Geheimnisse der Astronomie kund werden oder für immer verborgen bleiben".

Einen ungleich höheren Schwung nimmt Keplers Selbstbewußtsein in der „Weltharmonik". Im Begriff, die liebste Errungenschaft seines Lebens mitzutheilen, beginnt er: „Was ich vor 22 Jahren ahnte, sowie ich die fünf Körper zwischen den Planetenbahnen gefunden; wovon ich fest überzeugt war, bevor ich des Ptolemäus Schrift von den Harmonien gesehen; was ich in dem Titel dieses fünften Buches[11]), bevor ich der Sache ganz gewiß war, versprochen; was ich vor 16 Jahren öffentlich als Aufgabe stellte; weßhalb ich den besten Theil meines Lebens auf astronomische

---

[10]) Christian Severin, genannt Longomontan, von seinem Geburtsort, dem jütischen Dorf Longberg.

[11]) Vgl. Anm. 8 in der dritten Abtheilung des vorigen Abschnites.

Betrachtungen verwendete, zu Tycho kam, in Prag meinen Wohnsitz nahm: das habe ich endlich, unter des großen Gottes Walten, der mich begeistert nnd mächtiges Verlangen in mir geweckt hatte, der mir auch Leben und Geisteskraft erhalten und die übrigen Mittel durch zweier Kaiser Güte gewährt hat, nachdem ich zuvor die astronomischen Arbeiten hinreichend weit verfolgt, — endlich also habe ich das ans Licht gebracht und über all' mein Hoffen und Erwarten als wahr befunden, daß die ganze Natur der Harmonien in ihrem ganzen Umfang und nach allen ihren Einzelnheiten (wie dieß im dritten Buch auseinandergesetzt ist) in den himmlischen Bewegungen vorhanden ist, nicht zwar auf die Weise, wie ich mir's früher gedacht, sondern auf eine ganz andere durchaus vollkommene Weise"[12]). Nachdem er sofort sein Verhältniß zu Ptolemäus erörtert, wie er dessen Harmonienlehre zwischen seine eigenen Arbeiten hinein verglichen und mit Entzücken bei diesem Manne vor 1500 Jahren dieselbe Betrachtung der himmlischen Harmonie, freilich mit weit unvollkommeneren astronomischen Mitteln gefunden habe, bricht er in den triumphirenden Schluß aus: „Was bedarfs weiter? Die Natur selbst offenbarte sich den Menschen durch verschiedene Dolmetscher in entlegenen Jahrhunderten; der Finger Gottes, um mit den Hebräern zu reden, war es, daß in der Seele zweier Männer, welche sich ganz in die Betrachtung der Natur vertieft, derselbe Begriff von dem Bau der Welt sich bildete, während keiner den anderen

---

[12]) Offenbar bezieht sich dieß, sowie auch der Rest des „Prooemiums", auf die Harmonien der Planetenläufe oder auf die Sätze des fünften Buches überhaupt, nicht nur insbesondere auf das darin seine Stelle findende und allerdings das Ganze krönende dritte Gesetz, wie Whewell in seiner Geschichte der inductiven Wissenschaften und Andere meinen. Die das dritte Gesetz für sich betreffende Stelle (im dritten Capitel des fünften Buches) ist schon im zweiten Abschnitt des ersten Theiles beigebracht als Seitenstück zu einer Scene aus Newtons Leben.

dabei angeleitet hatte. Nunmehr aber, nachdem mir seit anderthalb Jahren das erste Morgenroth, seit wenigen Monaten der volle Tag, seit wenigen Tagen endlich die reine Sonne der wundervollsten Betrachtung aufgegangen, hält mich nichts mehr zurück; ich will schwärmen in heiliger Wuth, ich will die Menschenkinder höhnen mit dem einfachen Geständniß, daß ich die goldenen Gefäße der Egypter entwende, um meinem Gott ein Gezelt daraus zu bauen, weit entfernt von Egyptens Gränzen. Verzeiht ihr, so freut mich's, zürnet ihr, so trag ich's; hier werfe ich die Würfel und schreibe ein Buch, zu lesen der Mitwelt oder der Nachwelt, gleichviel; es wird seines Lesers Jahrtausende harren, wenn Gott selbst sechs Jahrtausende lang den erwartet hat, der sein Werk beschauete".

Endlich nimmt am Schluß des neunten Capitels, wo Kepler seine Sätze über den Ursprung der Excentricitäten aus den Harmonien als den Ausstich des ganzen Werkes zusammenstellt, seine Begeisterung Gebetform an, worin das weltgeschichtliche Selbstbewußtsein nicht minder hervortritt, wenn es heißt: „O du, der du durch das Licht der Natur Verlangen in uns weckest nach dem Licht der Gnade, um durch dieses uns überzuführen zum Licht der Herrlichkeit, ich danke dir, Schöpfer und Herr, daß du mich an deiner Schöpfung ergötzt hast und daß ich über den Werken deiner Hände frohlockt habe; siehe, nun habe ich vollendet das Werk meines Berufes, ausnützend das Maß der Kräfte, das du mir verliehen; ich habe die Herrlichkeit deiner Werke den Menschen geoffenbart, soviel von ihrer Unendlichkeit mein beschränkter Verstand zu fassen vermochte" u. s. w. Und am Schluß des Ganzen bricht er, mit den Worten des bekannten Psalms, in das Lob des Schöpfers aus, in welches einstimmen sollen die Himmel, Sonne, Mond und Planeten, die himmlischen Harmonien und die, welche ihre Entdeckung auf Erden verstehen; — wobei er in einer Note beifügt: „und du vor Allen, Mästlin, glücklicher Greis,

denn du pflegteſt mit Worten und mit Hoffnung dieſe Arbeiten zu beleben“[13]).

Alle dieſe Auslaſſungen Keplers rufen uns von ſelbſt die andere Seite ſeines Zeitverhältniſſes vor die Seele, die friedliche und hilfreiche Seite, welche wir über dem Kampf und Widerſtand nicht vergeſſen dürfen. Wir haben im vorigen Abſchnitt aufrichtige und ergebene Gönnerſchaften kennen gelernt, deren Kepler ſich zu erfreuen hatte, wie die eines Herwart, eines Wackher, an der Spitze die kaiſerliche Gönnerſchaft Rudolfs II; desgleichen warme und bewährte Freundſchaften, die er genoß, wie die eines Bernegger, eines Philipp Müller (in Leipzig), eines Crüger, eines Papius, und ſeiner Landsleute Mäſtlin, Schickhard und Beſold; wir können auch von dieſer Seite überhaupt an den perſönlichen oder brieflichen Verkehr erinnern, in welchem Kepler mit allen Celebritäten ſeiner Zeit aus den verſchiedenſten Gebieten der Wiſſenſchaft ſtand. Hiebei haben wir aber unſere Aufmerkſamkeit beſonders auf zwei Männer zu concentriren, deren Verhältniß zu Kepler dieſe Seite der Sache am meiſten beleuchtet, nach welcher der Genius von ſeiner Zeit getragen wird. Vor Allem gehört hieher ſchon dieß, daß Kepler einen Galiläi zum Zeitgenoſſen hatte, welcher, ganz ähnlich dem oben mitgetheilten Urtheil Keplers über Copernicus, wiederum über Kepler urtheilt: „Ich ſchätze Kepler, ſchreibt Galiläi nach deſſen Tod, wegen ſeines vorurtheilsfreien und feinen Geiſtes überaus hoch, aber ſeine Art zu philoſophiren iſt von der meinigen gänzlich verſchieden“. Ein auch inſofern höchſt merkwürdiger Ausſpruch, als er die gänzlich verſchiedenen Artungen eines und deſſelben Talentes in dieſen beiden Männern hervorhebt. Ihre weſentliche Geiſtesverwandtſchaft hatte überall gegenſeitige Aner-

[13]) Daraus macht Bertrand (vgl. unten): „Gloire aussi à mon vieux maître Maestlin!“

erkennung zur Folge und gemeinſchaftlichen Widerſtand gegen das Vorurtheil, dem ſie überall begegneten. So auch bei der bornirten Büchergelehrſamkeit, welche die Jupitertrabanten nicht ſehen wollte, weil im Ariſtoteles nichts davon ſteht, worüber Galiläi in einem Brief an Kepler ſpottet: „Du biſt der erſte und faſt der einzige, welcher, ohne noch ſelbſt geſehen zu haben, meinen Angaben vollen Glauben ſchenkt. Was wirſt Du von den erſten Lehrern am Gymnaſium zu Padua ſagen, welche, als ich ihnen es anbot, weder die Planeten noch den Mond noch das Fernrohr ſehen wollten? — Dieſe Art von Menſchen hält die Philoſophie für ein Buch, wie die Aeneide oder Odyſſee, und glaubt, die Wahrheit ſei nicht in der Welt oder Natur, ſondern nur in „„Vergleichung der Texte““ zu ſuchen. Wie würdeſt du gelacht haben, als zu Piſa der erſte Lehrer des dortigen Gymnaſiums in Gegenwart des Großherzogs ſich bemühte, die neuen Planeten mit logiſchen Beweiſen, gleichſam als magiſchen Beſchwörungen, vom Himmel herabzureißen!“ Als nach Ueberſendung des „Prodromus“ Galiläi an Kepler geſchrieben hatte, er habe bereits viele Beweiſe für das neue Syſtem und Widerlegungen der Gegenbeweiſe zuſammengeſchrieben, ſie aber bis jetzt nicht herauszugeben gewagt, abgeſchreckt durch das Schickſal „unſeres Lehrers“ Copernicus ſelbſt, welcher, obgleich bei einigen zu unſterblichem Ruhm gelangt, doch bei der unendlichen Mehrzahl (der Thoren freilich) das Fiasco der Lächerlichkeit[14]) gemacht habe:“ antwortet ihm Kepler: „habe Vertrauen, Galiläi, und ſchreite voran! wenn ich richtig ſehe, werden wenige von Europas bedeutenderen Mathematikern von uns abweichen wollen; ſo groß iſt die Macht der Wahrheit.“

---

[14]) Damals, zu Ende des 16. Jahrh. exiſtirte die Verdammung von Seiten der römiſchen Curie noch nicht, vgl. Einl. 1. Bezeichnend für den Italiener aber iſt es, daß er dieſe „Lächerlichkeit“ ſo ſchwer nimmt, obwohl ſie nur bei den „Thoren“ vorhanden iſt.

Wie sehr sticht hiegegen freilich Keplers persönliches Verhältniß zu dem unfreien Tycho ab, welcher ihm jeden Fußbreit Abweichung von den alten Grundsätzen und Methoden streitig macht und ihn noch sterbend für sein „todtgeborenes" System gewinnen will, wie wir gesehen haben. Gehört aber Keplers persönliches Verhältniß zu Tycho auf die Seite des Widerstands, so bildet das gegenständliche Verhältniß dieser beiden Männer den Gipfelpunkt auf der anderen Seite. Welch' organisches Zusammenwirken! Noch liegt im schwäbischen Strohgäu derjenige in der Wiege, dem die Idee einer Weltallsphysik aufgehen sollte, während bereits ein Mann auf der fernen Insel im Sund seinen Reichthum zu Sternwarten und Instrumenten, seine Nächte zur Beobachtung des Himmels und zur Aufzeichnung zahlloser Planetenörter verwendet. Und kaum ist der Phidias[15]) herangewachsen und fertig zum Werk, so liegt der nordische Marmor in Deutschland bereit; der Stein wölbt sich zur Jovisstirne, der Wust der Zahlen löst sich auf zur Klarheit des Gesetzes.

Und wenn wir vollends den Blick erweitern über die ganze Entwicklung der Astronomie, in deren Mitte Kepler steht:

Wie sich da Alles zum Ganzen webt,
Eins in dem Andern wirkt und lebt!
Wie Himmelskräfte auf und nieder steigen
Und sich die goldnen Eimer reichen!

Kaum ist nach Erscheinung des Copernicanischen Weltsystems die erforderliche Zeit verstrichen, um es zum Gegenstand allgemeinen Nachdenkens zu machen, so erscheint Kepler mit dem Beobachter alter Gestirne zur Rechten, mit dem Entdecker neuer Gestirne zur Linken; und kaum sind wieder die Keplerschen Gesetze geläufig geworden (besonders in England), so beginnt Newton seine abschließende

[15]) Nach Käſtners bekanntem Gleichniß, vgl. Einl. 2.

Laufbahn, um, was bei Kepler unklar geblieben, vollends zur Klarheit zu führen. Doch damit sind wir an das zurückgekommen, was in der Einleitung Gegenstand ausführlicher Erörterung gewesen ist. Wir fassen daher nur noch das gewonnene Ergebniß in dem Satz zusammen, daß, wenn auf der einen Seite alle feindlichen Mächte in dem Widerstand gegen Geistesfreiheit sich vereinigen, auf der anderen alle günstigen Umstände darauf beruhen, daß eine neue Weltansicht, deren Losung Vernunft heißt, unaufhaltsam hereinbricht.

Wenn wir aber Kepler in so vielfacher Hinsicht über seiner Zeit stehen und an Herbeiführung einer neuen Zeit mitarbeiten sehen, so müssen wir endlich noch fragen, wiefern bei ihm der Einfluß seiner Zeit von derjenigen Seite sich geltend macht, welche die neue Zeit abgestreift hat. Hieher gehört das religiöse Gebiet. Aber haben wir ihn nicht eben hier über seiner Zeit stehend erblickt? erhaben über den Buchstabendienst, über die Dogmensucht, über die Intoleranz des siebenzehnten Jahrhunderts? Wohl, so sehr er nicht nur gegen allen und jeden Jesuitismus, sondern auch gegen die spitzfindige Orthodoxie seiner Kirche sich verwahrte, so hatte er doch die christlichen Dogmen in der Form in seinen Glauben aufgenommen, in welcher die alte Kirche sie aufgestellt hat, und wollte auch von der Reaction gegen das alte Dogmensystem nichts wissen, welche noch im Reformationszeitalter durch die Unitarier und Philosophen begonnen hatte. Doch wir können die Sache in eine kurze Formel fassen: nach der Materie oder dem Inhalt seines Glaubens stand Kepler in seiner Zeit, nach der Form stand er über ihr. Die Form aber ist für die Beurtheilung der Religiosität eines Menschen das Wesentliche, wie in der Kunst; wie es hier mehr darauf ankommt, wie einer malt, als was er malt, so hier mehr darauf, wie einer glaubt, als was er glaubt. Und mit dieser ächten Religiosität, welche in dem „Wie" beruht und ganz

Sache des Gemüths ist, kann eben auch jene Geistesfreiheit und Wahrheitsliebe gepaart sein, wie sie unser Kepler in so hohem Grade besaß.

Das zweite, was hier in Betracht kommt, ist die Vermischung von Physik und Metaphysik, mit dem ganzen phantastischen Ideenkreis, in welchem Kepler sich bewegt, und welcher an pythagoräische und neuplatonische Vorstellungen anklingt, und mit jenem dogmatischen Drang, der auf dem speculativen Wege Aufschlüsse über die Wirklichkeit sucht, welche nur aus der Erfahrung geholt werden können. Jene Vermischung dauert in der That noch lange fort, obwohl schon das Newton'sche Zeitalter sich freier davon erhielt, namentlich Newton selbst mit seinem Wahlspruch „die Physik hüte sich vor der Metaphysik"; sie ist auch im natürlichen Gang der sich entwickelnden Wissenschaft begründet, lag ja die Physik damals noch in der Wiege, und Kepler selbst hatte zu ihrer Entbindung geholfen. Bedenken wir aber zugleich, wie jener Ideenkreis nicht nur eine Begeisterungsquelle für ihn ist, sondern auch im wesentlichsten Zusammenhang mit seinen Entdeckungen steht, so erscheint uns hiemit seine Persönlichkeit nur um so concreter.

Das dritte, was hierher gehört, ist die Astrologie. Wie wir wissen, stellte Kepler zu allen Zeiten seines Lebens Horoscope und Prognostiken; er verdankte denselben auch einen namhaften Theil seines Rufs und begleitete sein eigenes Leben mit astrologischen Aufzeichnungen. Und doch war er über den gemeinen astrologischen Horoscopglauben so gut wie über den gemeinen Zaubereiglauben seiner Zeit erhaben. Jene Aufzeichnungen sollten ihm nur so zu sagen zu einer empirischen Controle für die zahlreichen Ausübungen der astrologischen Kunst dienen, welche ihm theils von Amtswegen oblagen, theils durch Geldnoth abgedrungen wurden. Bei denselben pflegte er zu bemerken, daß die Gestirne zwar, gemäß den Regeln der Kunst, diese oder jene Anzeige geben,

daß er aber gleichwohl nicht dafür ſtehen könne; dabei behandelt er die Prophezeihungen bald mit einer verſteckten Ironie, bald holt er ſie in Wahrheit nicht ſowohl aus den Sternen, als vielmehr aus den Schlüſſen, welche er aus Zeitverhältniſſen und Perſonenkenntniß zog, und benützt ſie zu Ermahnungen und Warnungeu. Was er für ſich von der ordinären aber vielgeſuchten aſtrologiſchen Prophezeiung hielt, geht aus ſeinen aſtrologiſchen Schriften klar hervor, wenn er z. B. ſagt: „Es iſt wohl dieſe Aſtrologie ein närriſch Töchterlein, aber, lieber Gott, wo wollte ihre Mutter, die hochvernünftige Aſtronomie, bleiben, wenn ſie dieſe ihre närriſche Tochter nicht hätte; iſt doch die Welt noch viel närriſcher und ſo närriſch, daß derſelben zu ihrem eigenen Frommen dieſe alte verſtändige Mutter durch der Tochter Narrentheibuug, weil ſie zumal auch einen Spiegel hat, nur eingeſchwatzt und eingelogen werden muß." Ein andermal vergleicht er die Aſtrologie mit einer buhleriſchen Tochter, welche die darbende Mutter unterſtützt.

Soweit alſo beruht Keplers Aſtrologie auf Accommodation. Allein er behielt auch wirklich etwas davon bei. Schon zu Anfang ſeines Prageraufenthalts ſtrebte er Wahres und Falſches darin zu ſcheiden, und warnte am Ende deſſelben davor, das „Kind nicht mit dem Bad auszuſchütten".[16]) Hatte er ſchon in jener erſten Schrift auf einen Zuſammen-

[16]) Vgl. Note 11 im vorigen Abſchnitt, zweite Periode. Letzteres geſchah beſonders in dem „Tertius Intervenins", aus welcher Schrift auch obige Stelle genommen iſt, die ſich übrigens zum Theil wörtlich, aber lateiniſch, in der Schrift „de Stella nova" findet. Der vollſtändige Titel heißt nämlich: „Tertius Intervenins, d. h. Warnung an etliche Theologen, Aerzte und Philoſophen, insbeſondere D. Feſelius, daß ſie bei billiger Verwerfung des ſternguckeriſchen Aberglaubens nicht das Kind mit dem Bad ausſchütten und hiemit ihrer eigenen Profeſſion zuwider handeln, mit vielen zuvor nie erregten oder erörterten philoſophiſchen Fragen gezieret, allen wahren Liebhabern der natürlichen Geheimniſſe zu nothwendigem Unterricht.

hang mit der „Kosmotheorie" hingewiesen, so hat er das, was ihm als wissenschaftlicher Gehalt der Astrologie erscheint, im vierten — metaphysisch-psychologisch-astrologischen — Buch der „Weltharmonik", also im Zusammenhang seines philosophischen Systems, entwickelt. Das Buch handelt vom geistigen Wesen der Harmonien, und besonders von der Harmonie der von den Himmelskörpern zur Erde gezogenen Linien und ihrem Einfluß auf die irdische und menschliche Natur. Indem er nun der Erde, und gleicherweise den andern Weltkörpern, eine Art Seele zuschrieb, erhielten ihm mittelst der Harmonien die Constellationen oder Aspecten eine reale Bedeutung; sofern sie, nach dem Verhältniß zwischen den Winkeln, welche die Strahlen der Himmelskörper in der Erdmitte mit einander bilden, in der Erdseele bald eine harmonische angenehme, bald eine disharmonische widrige Empfindung erregen; kosmische Empfindungen, welche sofort in allgemeinen Erscheinungen des Lebens der Erde, namentlich unter anderem in den Witterungsverhältnissen, sich äußern[17]). Meteorologische Prophezeiungen sind also an sich nichts Absurdes; um sie aber machen zu können, müßte die meteorologische Wirkung der einzelnen harmonischen oder disharmonischen Empfindungen aus der Erfahrung bekannt sein.

Das ist nun freilich die landläufige Astrologie nicht mehr. Kepler hat damit eigentlich die reale Astrologie idealisirt, freilich ein kleines Verdienst, verglichen mit dem, daß er die Idee der Astronomie realisirt hat. Um diesen Abschnitt auch mit einer Probe von Keplers Mystik auszustatten, so hebe ich aus dem Schlußcapitel der ganzen „Weltharmonik", dem „Epilogus conjecturalis de Sole", noch folgende Stelle aus, welche ihn nicht minder charakterisirt als die obigen. „Von der Himmelsmusik zu ihrem

[17]) Vgl. was oben in Note 5 aus der viel früheren Schrift über die neuen Sterne angeführt worden ist.

Hörer, ruft er aus, von den Muſen zum Chorführer Apollo, von den ſechs umwandelnden Planeten, welche die Harmonien machen, zu der Sonne, die in ihrer Bahnen Mitte ohne Ortsveränderung nur um ſich ſelbſt kreist! Da nämlich die vollkommenſte Harmonie zwiſchen den größten und kleinſten Bewegungen der Planeten ſtattfindet, nicht zwar hinſichtlich der wirklichen Geſchwindigkeiten, womit ſie den Aether durchwandeln, ſondern nach den Winkeln, welche den täglich beſchriebenen Bögen im Mittelpunkt der Sonne entſprechen; da aber ferner die Harmonie nicht den Gliedern, d. h. den einzelnen Bewegungen für ſich zukommt, ſondern ſofern ſie, miteinander verbunden und verglichen, der Gegenſtand einer Seele werden; da endlich kein Gegenſtand vergeblich da iſt, ohne daß auch etwas vorhanden wäre, was dadurch angeregt wird: ſo ſcheinen jene Winkel eine Thätigkeit in der Sonne vorauszuſetzen, ähnlich unſerem Sehen, oder wenigſtens ähnlich jener Empfindung, welche die irdiſche Natur von den Winkeln der Planetenſtrahlen am Erdmittelpunkt hat. Freilich welcher Art jenes Sehen oder jene Empfindung, kurz, die Natur jener Seele in der Sonne ſei, iſt ſchwer zu vermuthen; wie es ſich aber auch damit verhalten mag, ſo nöthigt mich ſchon die Anlage der ſechs Hauptbahnen um die Sonne, welche dieſer mit beſtändigen Umläufen huldigen, vollends aber das hiezu noch hinzukommende Harmonieweſen, die Spur der höchſten in dem Sonnenſyſtem waltenden Weisheit, zu der Behauptung, daß nicht nur von der Sonne als vom Herde der Welt Licht, als vom Herz Leben und Wärme, als vom Sitz der Kraft und Macht Bewegung in alle Theile der Welt ausgehe, ſondern daß auch umgekehrt in der Sonne aus allen Provinzen der Welt dieſe Tribute der wonniglichſten Harmonie ſich ſammeln; kurz, daß in der Sonne Rath und Hof des geſammten Reichs der Natur ſich befinde" u. ſ. w.

Welch ein Mann! Ja welch ein Mann steht vor uns, wenn wir alle Züge seines Bildes in Einer lebendigen Anschauung zusammenfassen. Nur wenn man trennt und auseinanderhält, kann man zu dem Urtheil eines Laplace sich verirren, welchem ähnlich auch Bailly und Delambre sich ausgesprochen haben: es sei betrübend für den menschlichen Geist, zu sehen, wie selbst dieser große Mann in seinen „letzten"(?) Werken sich in phantastischen Speculationen gefällt und sie gleichsam als das Wesen und die Seele der Astronomie betrachtet. Verwundert euch nur über „Keplers wunderbares Glück, aus den wildesten und ungereimtesten Einfällen die Wahrheit herauszufinden": wir wissen, daß bei unserm Helden eines das andere trägt, eines mit dem anderen auf eine ganz eigenthümliche Weise zu einem ganz eigenthümlichen Ganzen verwebt ist. Mit Recht führt Frisch ein heutiges Mitglied der Pariser Akademie, Bertrand, wegen der Anerkennung an, die er Kepler spendet; und in den Worten: „durch die Vereinigung der entgegengesetztesten Eigenschaften behauptet Kepler in der Geschichte der Wissenschaft eine ganz exceptionelle Stellung", glaubt man auch in der That unsere Ansicht durchschimmern zu sehen, allein auch Bertrand hat sich noch nicht völlig von dem „quoique", welches die Franzosen unserem „parceque" gegenüberstellen, losgemacht.[1])

Unter den Engländern hat nicht nur jener Horrox

[1]) D. h. die Franzosen sagen: „obgleich", wir sagen „eben weil" Kepler so der Speculation sich hingab, leistete er so Großes; denn hinsichtlich der Stellung des dritten Gesetzes unter den Harmonien sagt Bertrand: „nichts unerwarteter als dieß lebhafte Licht, welches aus dem Chaos hervorzubrechen scheint, der Leser fragt, woher plötzlich soviel Klarheit nach so tiefer Dunkelheit? worauf heutzutage Niemand zu antworten weiß". — Höchstens kann der große Geometer Chasles, den wir in der Einleitung gegen Newton sich verrennen sahen (Note 13 des dritten Abschnitts), unter den Franzosen als ein solcher angeführt werden, welcher aus der „Weltharmonik" nicht nur das dritte Gesetz rühmt, sondern auch ihre geometrischen Schätze kennt.

aus der nächsten Zeit nach Kepler für diesen, gleichsam als für seinen und der Welt Lehrer in der Astronomie, förmlich geschwärmt, sondern hat auch in unserer Zeit der mit seiner „Geschichte der inductiven Wissenschaften" schon mehrfach erwähnte Whewell das französische Paradoxon keineswegs paradox gefunden, vielmehr unserer Ansicht in diesem Punkt sich genähert. Auf einen Irrthum Whewells in Beziehung auf Keplers formelles Verfahren in der Marsarbeit werden wir im nächsten Abschnitt zu sprechen kommen; einen Irrthum, welcher sodann Whewell veranlaßt, überhaupt von einer gewissen Umständlichkeit und Schwerfälligkeit zu sprechen, mit dem seine Erfindungsgabe behaftet gewesen sei, während eine der nothwendigsten Fähigkeiten eines erfindungsreichen Geistes die leichte Geschicklichkeit sei, diejenigen Mittel rasch zu ergreifen, welche ihn von den eingeschlagenen falschen Wegen schnell wieder auf den richtigen führen. Wenn aber ungefähr um dieselbe Zeit, als Whewell so sich aussprach, sein Landsmann Coleridge drucken ließ: „Galiläi war ein großes Genie, Newton desgleichen, aber man würde zwei oder drei Galiläi's und Newton's nehmen müssen, um Einen Kepler daraus zu machen": [2]) was sollen wir hiezu sagen? Wir verwahren uns gegen solches „Deutscher als Deutsch", und verweisen auf den Schluß unserer Einleitung über die Art, wie jene heterogenen Hochbegabungen sich so herrlich zur Lösung der ihnen zusammen gestellten Aufgabe ergänzen.

Daß das Wesen von Keplers Persönlichkeit klar vor dem Geiste eines Alexander von Humboldt stand, läßt sich im Voraus erwarten. Wenn dessen „Kosmos"

---

[2]) In dem Buche: „Specimens of the table talk of Samuel Taylor Coleridge", zweite Ausgabe, London 1836. — Der Verfasser († 1834) schwärmte auch für deutsche Sprache und Literatur und übersetzte Schillersche Dramen ins Englische.

schon in den Anmerkungen zu dem „Naturgemälde wiederholt auf Keplers Ahnungen und „Inspirationen" aufmerksam gemacht hat, so macht ihn die „Geschichte der Weltanschauung" gewissermaßen zum Mittelpunkt der astronomischen Wahrnehmungen des 17. Jahrhunderts und faßt den Eindruck seines Wesens in ein Gesammtbild zusammen. Da dieses mit meiner Darstellung von Keplers intellectueller Ausstattung [3]) im Wesentlichen übereinstimmt, so belege ich dieselbe, zum Schluß dieses Abschnitts, mit den Worten, womit Humboldt den Bericht über die außerordentlichen Himmelserscheinungen im Tycho-Keplerschen Zeitalter begleitet: „Wenn ich in diesen Betrachtungen über den Einfluß der unmittelbaren Sinnesanschauung Kepler vorzugsweise genannt habe, so war es, um daran zu erinnern, wie sich in diesem großen herrlich begabten und wunderbaren Manne jener Hang zu phantasiereichen Combinationen mit einem ausgezeichneten Beobachtungstalent und einer ernsten strengen Inductionsmethode, mit einer muthigen fast beispiellosen Beharrlichkeit im Rechnen, mit einem mathematischen Tiefsinn vereinigt fand, der, in der Stereometria doliorum" offenbart, auf Fermat [4]) und durch diesen auf die Gründung der Rechnung des Unendlichen einen glücklichen Einfluß geübt hat. Ein solcher Geist war recht vorzugsweise vor allen dazu geeignet, durch den Reichthum und die Beweglichkeit seiner Ideen, ja durch die Wagnisse kosmologischer Ahnungen [5]), Leben um sich zu verbreiten, die Bewegung zu vermehren, welche das siebenzehnte

[3]) Wie sie schon in dem Programm von 1841 vorliegt, vgl. Vorwort.

[4]) Großer französischer Mathematiker († 1665), besonders in der Zahlentheorie; was hierher gehört ist seine Methode, die größten und kleinsten Werthe der Größen aufzufinden. Kepler habe hierüber den wichtigen Satz aufgestellt, daß in der Reihe der Maxima und Minima die Größen nur sehr langsam sich ändern.

[5]) Eine darunter aber ist von Humboldt irriger Weise angeführt, wovon am Schlusse des nächsten Abschnitts die Rede sein wird.

Jahrhundert unaufhaltsam seinem erhabenen Ziel erweiterter Weltanschauung zuführte."

III. Keplers Idee und das Werk seiner Sendung.

Im ersten Abschnitt hat sich gezeigt, in welchem Umfang Kepler die Wissenschaft seiner Zeit umfaßte. Sein Name kann genannt werden in Theologie, Philologie und Geschichte; er muß genannt werden in Chronologie, Physik, Philosophie und Theorie der Musik; er ist groß in Optik und Mathematik; er ist welthistorisch in der Astronomie und in ihr lag seine Mission. Diese selbst erheischte den Mathematiker und, wenn wir die Fässertheorie ausnehmen, so sind alle seine anderweitigen großen Leistungen aus Anlaß und im Dienst der Astronomie entstanden. Diese Leistungen sind schon im ersten Theil in Kürze bezeichnet worden, namentlich die optischen und die Logarithmen; hinsichtlich der optischen erinnern wir daran, daß es ein Keplersches Fernrohr gibt und daß ein eigener Zweig der Optik, die Dioptrik[1]), zuerst von Kepler unter diesem Namen in die Wissenschaft eingeführt worden ist; die mathematischen Leistungen aber, in der „Neuen Astronomie" und in der „Weltharmonik," werden in diesem Abschnitt von selbst zur Erörterung kommen.

Ja, Kepler und die Astronomie, das gehört zusammen, wie Mozart und die Musik. Wo ist ein astro-

[1]) D. h. die Lehre von der Brechung des Lichts, im Gegensatz zu der „Katoptrik" oder der Lehre von der Zurückwerfung des Lichts, und zur „Optik" im engeren Sinn oder der Lehre von der geradlinigen Lichtstrahlung (mit allem was damit zusammenhängt, z. B. Schatten, Perspective" oder Theorie des Zeichnens). Außerdem ist das Gesetz von der Abnahme der Lichtstärke mit der Entfernung und die Schätzung der Entfernung eines Gegenstandes vermöge des Winkels der Augenachsen zu erwähnen.

nomiſcher Gegenſtand ſeiner Zeit und der Vergangenheit, über den er nicht berichtet und geforſcht, geahnt und philoſophirt hat? Und wie geſtaltete ſich die ganze Wiſſenſchaft unter ſeinen Händen? Es ward die „neue Aſtronomie, die nach den Urſachen forſcht," an welche vor ihm noch Niemand gedacht hatte. Errichtet aber iſt das neue Gebäude auf den Grund dreier Säulen, der drei Geſetze der Planetenbewegung, welche ſeinen Namen tragen. Dieſe bilden die unvergängliche Errungenſchaft ſeines wiſſenſchaftlichen Lebens, den Mittelpunkt ſeiner Sendung, ſein weſentliches und weltgeſchichtliches Werk. Nachdem wir ſie in der Einleitung in anderer Weiſe aufgeführt haben, ſtellen wir ſie hier einzeln, mit einer kleinen Umſchreibung, voran:

I. Der Planet behält bei ſeinem Umlauf um die Sonne nicht die gleiche Entfernung von ihr bei, ſondern dieſe ändert ſich ſtetig von einer größten zu einer kleinſten und zurück, was man wußte; ſo nämlich, was man nicht wußte, daß jede Planetenbahn eine Ellipſe iſt, in deren einem Brennpunkt die Sonne ſteht.

II. Auch die Geſchwindigkeit des Planeten ändert ſich ſtetig, er beſchreibt in gleichen Zeiten nicht gleiche Bögen ſeiner Ellipſe, vielmehr die größten bei der kleinſten Entfernung und die kleinſten bei der größten Entfernung von der Sonne, was man wußte; und zwar, was man nicht wußte, gleicht ſich dies dahin aus, daß in gleichen Zeiten gleiche Flächenräume beſchrieben werden von der Linie, welche vom Mittelpunkt der Sonne nach dem Planeten geht (von dem „Radius-Vector"), oder mit einem Wort ſo, daß die „Flächengeſchwindigkeit" conſtant iſt.

III. Die Umlaufszeiten verſchiedener Planeten verhalten ſich nicht wie die Umfänge der Bahnen, welche ſie zu durchlaufen haben, ſondern der entferntere Planet bewegt ſich durchſchnittlich langſamer als der nähere, was man wußte; ſo nämlich, was man nicht wußte, daß die

Kubikzahlen der mittleren Entfernungen (Bahnweiten) sich verhalten wie die Quadratzahlen der Umlaufszeiten (oder umgekehrt wie die Quadratzahlen der mittleren Geschwindigkeiten).

Auf die Frage, wie Kepler diese außerordentlichen Sätze gefunden habe, ist wohl die kurze Antwort, daß er sie aus den Tychonischen Beobachtungen herausgerechnet habe, indem diese so gut waren, um nur durch die elliptische Theorie befriedigt zu werden, er aber mathematische Kräfte und Ausdauer genug besaß, um nicht eher zu ruhen, als bis er jenen Beobachtungen nach allen Hinsichten Genüge geleistet hatte. Allein wir müssen nun tiefer in die Werkstätte seines Genius hinabsteigen und den Gang seiner Forschung von seinem Grundgedanken aus verfolgen, um einzusehen: wie die Geschichte seines objectiven physischen Werks aufs innigste mit der Geschichte seines subjectiven metaphysischen Systems zusammenhängt; wie die Wahrheiten, welche er für die Welt entdeckt oder ahnt, und die Irrthümer, in denen er für sich das tiefste Wesen der Sache findet, merkwürdig in einander verschlungen und auf einander gepfropft sind. Dies zeigt sich vor allem daran, was wir schon in der Einleitung besprechen mußten, daß die in den zwei ersten jener Gesetze enthaltene elliptische Theorie, welche die Gründung neuer Planetentafeln, seine Amtsaufgabe, zur nothwendigen Voraussetzung hat, und die im dritten Gesetz ausgesprochene Relation der Planetenbahnen, welche jenes Geschäft nicht nothwendig hatte, als zwei wesentlich verschiedene Momente in Keplers Werk sich gegenüberstehen.

Allen mathematischen Untersuchungen und metaphysischen Forschungen Keplers über das Sonnensystem liegt die Idee zu Grunde, deren Erfassung ihn allein schon groß macht, daß das Sonnensystem, dessen rohen äußeren Umriß Copernicus geliefert hatte, nur dann ein solches ist, wenn darin Gesetz und Ordnung herrscht, so daß die den

Bewegungen vorstehenden Gesetze in bestimmten inneren und wesentlich zur Natur des Systems und seiner Körper gehörigen Kräften ihre Ursache haben; die Ordnung aber oder der Bau des Ganzen, nach Anzahl, Größe und Lage der einzelnen Bahnen, auf einem nicht minder bestimmten, der Natur der Sache nach geometrischen Princip beruht. Die Aufgabe, diese physischen und geometrischen Grundlagen zu entdecken, stellt er sich bereits in seiner ersten Schrift, wie wir schon in der Einleitung gesehen haben. Daß die Idee Keplers, wofern nur die darin unterschiedenen Punkte einheitlich, und, was die Hauptsache ist, rein physisch gefaßt werden, ihre volle Wahrheit hat, würdig eines großen Denkers, bedarf wohl keiner nähern Nachweisung; ebensowenig aber, daß die Auflösung der Aufgabe in dem Umfang und in der Höhe, wie sie Kepler gleich anfangs faßte und sich, aber freilich nicht der Menschheit, auflöste, mißlingen mußte, wie sie ja bis jetzt noch nicht ganz gelungen ist.

Zerlegen wir nämlich die Aufgabe, welche Kepler hiemit sich stellte, nach dem heutigen Stande der Sache, so sind darin zunächst zwei Aufgaben enthalten: die astronomische, d. h. die Gesetze und Kräfte nachzuweisen für den Bestand des Systems, eine Aufgabe, welche von Kepler und Newton abschließend gelöst worden ist; und die kosmogonische, den Ursprung und die Grundverhältnisse des Systems physisch zu erklären, welche von Kepler an nur mit Andeutungen und Vermuthungen behandelt worden ist.[2]) Die erste oder astronomische Aufgabe zerfällt wieder in die theorische der Bahnbestimmung und die physische von der bewegenden Kraft. Dort handelt es sich darum, aus beobachteten Oer-

[2]) Die Versuche bewegen sich zwischen den Gränzen einer den physischen Boden überschreitenden halb metaphysischen (Kepler) und einer den gänzlichen Unterschied zwischen Fortbestand und Anfang übersehenden rein mechanischen Wendung der Sache (Buffon). Zwischen den Extremen steht die berühmte Kant-Laplace'sche Hypothese.

tern der bewegten Körper die Elemente der Bahnen und die Gesetze der Bewegung herzuleiten; eine Aufgabe, welche Kepler in dem schwierigsten Fall, wo weder die richtigen Elemente noch die wahren Gesetze bekannt sind, in der Art aufgelöst hat, daß man bei allen künftigen Bahnbestimmungen nur die ersteren zu finden brauchte. Hier, in der physischen Aufgabe, handelt es sich darum, die thatsächliche Naturkraft nachzuweisen und die Mechanik der Bewegungen daraus zu entwickeln, durch Newton erledigt. Auch in der zweiten oder der kosmogonischen Aufgabe können nach dem Grad der Schwierigkeit zwei Fragen von einander gesondert werden: diejenige nach dem ersten Anstoß zur Umlaufsbewegung, wo es zu entschiedenen Anhaltspunkten und plausibeln Hypothesen gekommen ist, in der Urrotation des Sonnensystems, und wo der Reihe nach die Namen Kepler, Kant, Laplace zu nennen sind; alsdann diejenige nach der Vertheilung der Massen nnd was damit zusammenhängt, die architectonische, welche es gleichsam auf den Bauplan des Ganzen abgesehen hat, worüber aber bis jetzt, obgleich Kepler diesen Bauplan entdeckt zu haben glaubte, kaum eine Andeutung von Gesetzmäßigkeit, geschweige denn von ihrer Ursache vorhanden ist.[3])

Auf Keplers Standpunkt dagegen müßte seine ideale Aufgabe zunächst so getheilt werden, wie sie selbst an seine zwei großen Hauptschriften, zu welchen der „Prodromus" als solcher gleichsam das gemeinschaftliche Concept ist, und zugleich an die beiden von uns unterschiedenen Bestandtheile seines Werkes vertheit ist. Bei ihm enthielt die „astronomische Aufgabe" auch noch die Frage nach dem Ursprung

[3]) Diese Frage (die architectonische) ist zu vergleichen mit der Frage in der Geographie nach der Vertheilung von Land und Meer, von Hochland und Niederung, wiefern nämlich darin etwas Gesetzmäßiges vorliege und was die Ursachen davon seien. Hier wie dort, in der Astronomie, dürfte ein Hauptmoment sein, daß die Vertheilung nicht als etwas Festes, sondern als ein Veränderliches zu betrachten ist.

der Umläufe, welche sich ihm nie von der Frage nach den bewegenden Kräften gesondert hat; und die „kosmogonische" zieht sich bei ihm ganz in deren zweiten Theil oder in die „architectonische" zurück, so aber daß diese auch das an sich in die „theorische Aufgabe" gehörige dritte Gesetz begreift, und bei ihm noch weiter zu fassen ist (d. h. nicht nur den Ursprung der mittleren Abstände, sondern auch den der Excentricitäten umfaßt). Dazu kommt noch die innere Verschiedenheit der Gebiete, auf welchen sich Kepler bei beiden bewegt; denn in der „Neuen Astronomie" verläßt er im Wesentlichen den physischen Boden nicht, in der „Weltharmonik" aber überschreitet er ihn, indem das geometrisch-musikalische Princip, das er dem Bau des Sonnensystems gibt, in keiner Weise mit den physischen Ursachen, weder mit denen, welche er aufstellt, noch mit den wirklichen, zusammenhängt, und überhaupt bloß insofern Princip sein kann, als man auf einen schöpferischen Verstand zurückgeht, dessen architectonische Idee es gewesen sein müßte, was auch Kepler geradezu ausspricht und damit transcendent wird. Obgleich endlich in der „Neuen Astronomie", wo Kepler immanent bleibt, die „theorische Aufgabe" von der „physischen" beständig begleitet wird, so werden wir doch beide trennen, um ebensosehr nach dem innern Zusammenhang als nach dem Sachwerth seiner Ergebnisse zu verfahren, und Keplers Gang der Reihe nach durch seine Architectonik des Sonnensystems, seine Bestimmung der Planetenbahnen und seine Himmelsphysik verfolgen.

1. Die Architectonik des Sonnensystems.

Wir beginnen mit dieser, weil Kepler im „Prodromus" damit begann und somit das Ganze eben von derjenigen Seite angriff, worüber bis jetzt am wenigsten etwas Physisches sich aussprechen läßt. Und was ist hier die Urwahrnehmung, die den Ausgangspunkt und das Ei bildet? Es ist,

von unserm Standpunkt aus betrachtet, eine sinnreiche geometrische Spielerei, wenn Kepler die sich ihm zunächst darbietende Frage, warum gerade sechs Bahnen um die Sonne in gerade solchen Zwischenräumen? mit den fünf regulären Körpern der Geometrie beantwortet, wie wir schon wissen. Hierin besteht das „Mysterium Cosmographicum", welches so lautet: „Der Kreis der Erde ist das Maaß für alle übrigen. Um ihn (d. h. um die Kugel, deren Großkreis er ist) beschreibe ein Dodekaeder und um dieses eine Kugel, so faßt diese den Kreis des Mars; um dessen Kugel beschreibe ein Tetraeder und um dasselbe eine Kugel, so enthält diese die Jupiterbahn; um deren Kugel endlich beschreibe einen Kubus, und um denselben eine Kugel, so befindet sich auf dieser Saturn. In die Kugel aber, welche die Erdbahn faßt, beschreibe ein Ikosaeder und in dasselbe eine Kugel, so enthält diese die Venusbahn; in deren Kugel beschreibe sofort ein Octaeder und in dasselbe eine Kugel, so findet sich auf dieser Mercur, und du hast den Grund für die Anzahl der Planeten."[4]) In der That stimmten die mittleren Entfernungen der Planeten von der Sonne, welche nach dieser Regel berechnet wurden, einigermaßen mit den alten aus den Beobachtungen erschlossenen Zahlen, wie Copernicus sie angegeben hatte, überein; und weßhalb gerade der Kubus dem Saturn, das Octaeder dem Mercur u. s. w. entsprechen müsse, dafür lieferte die Mystik, die man von Alters her mit den „fünf Körpern" getrieben hatte, der Keplerschen Speculation Anhaltspunkte genug. Es knüpfte sich aber daran auch der Keim seines dritten Gesetzes in dem folgenreicheu Schluß, mit welchem die „geometrische Spielerei" gleichsam in eine Wirklichkeit umschlug, daß, wenn die Planetenbahnen so, nach Anzahl und

[4]) Die dem Prodromus beigegebene Zeichnung hievon sollte einem „silbernen Kunstwerk" als Plan dienen, einen „Credenzbecher" vorstellend, zu einem Geschenk für den Herzog von Württemberg bestimmt.

Ordnung annähernd auch nach der Größe, durch die fünf Körper bestimmt sind, es eine Beziehung geben müsse zwischen den Abmessungen der Bahnen und den Umlaufszeiten, wodurch sich dann jenes geometrische Princip auch auf die Bewegungen erstrecken würde.

Kepler hätte mit bloßen Versuchen damals schon an die richtige Relation kommen können, allein er wollte principiell vorgehen; und daß das Princip irrig war, hatte die Folge, daß die richtige Relation erst 22 Jahre später zum Vorschein kam. Gleichwohl lag einer der richtigsten und folgenreichsten Gedanken zu Grunde, welchen er schon im „Prodromus" ausgesprochen hatte, nämlich daß die Ursache der Planetenbewegung eine von der Sonne ausgehende Kraft sein müsse, welche mit der Entfernung nothwendig abnehme, sowohl bei dem einzelnen Planeten von der Sonnennähe zur Sonnenferne, als auch vom näheren zum entfernteren Planeten. Daher war ihm von vorn herein klar, weßhalb die Umlaufszeiten den Entfernungen nicht einfach proportionirt sein können; denn der entferntere Planet hat nicht nur einen größeren Weg zurückzulegen, sondern bewegt sich auch, wegen jener Abnahme der Sonnenkraft, mit kleinerer Geschwindigkeit. Hier machte nun Kepler den gedoppelten Fehler, daß er diese Geschwindigkeit der Kraft proportional setzte und daß er meinte, diese Kraft müsse in demselben Verhältniß kleiner sein, in welchem der Kreis des entfernteren Planeten, mithin dessen Entfernung, größer sei.[5]) Das gab nun allerdings noch größere Abweichungen von den Coper-

[5]) Nehmen wir der Einfachheit wegen z. B. an, der Planet B sei gerade doppelt soweit entfernt als der Planet A, so hat B einen doppelt so langen Weg zurückzulegen als A, braucht also bei der gleichen Geschwindigkeit die doppelte Zeit; nun ist aber, nach Keplers Fehlschluß, B nur halb so geschwind als A, braucht also bei gleichem Weg die doppelte Zeit; beides zusammengenommen gibt daher für B die vierfache Umlaufszeit von der Umlaufszeit des A. Drücken wir dies allgemein aus, so lautete das dritte Gesetz

nicanischen Zahlen, als die regulären Körper selbst; allein Kepler, von der Richtigkeit seiner Theorie überzeugt, ließ die Sache vorerst auf sich beruhen und suchte die Ursache von der Nichtübereinstimmung in den Mängeln der damals bekannten Zahlen für die mittleren Entfernungen und in den (noch mangelhafter bekannten) Exentricitäten.

Um so mehr mußte ihm daran liegen, — und wir sehen dieß aus dem im zweiten Abschnitt mitgetheilten Bericht Keplers über seine astronomischen Studien — seine Idee an den ungleich genaueren Zahlenangaben der Tychonischen Beobachtungen zu prüfen, so sehr er das Gefühl hatte, daß er auf dem rechten Wege sei. Daher die Sehnsucht, die ihn zu diesen Beobachtungen trieb; die Amtsaufgabe aber, nach denselben neue astronomische Tafeln anzufertigen, deren nothwendige Grundlage die Bahnbestimmung war, führte ihn von selbst zu der umfassenden Bearbeitung jener Zahlenangaben, welche ihm zugleich den Stoff zur Prüfung seiner Idee vom Bau des Sonnensystems lieferte. Diese selbst hatte sich ihm längst so zu sagen erweitert, nämlich durch Beiziehung der Harmonien oder Verbindung des musikalischen Princips mit dem geometrischen (d. h. mit den fünf Körpern).[6])

hiernach so: die Umlaufszeiten verhalten sich wie die Quadrate der Entfernungen. Gab aber die einfache Proportionalität die Umlaufszeit des entfernteren Planeten zu klein, so gab dieses quadratische oder (nach damaligem Sprachgebrauch) das „doppelte" Verhältniß sie zu groß; die Wahrheit mußte also zwischen beiden Annahmen liegen, und in der That ist das einfachste zwischenliegende Verhältniß, das sogenannte „anderthalbfache", das richtige. So nahe war Kepler damals schon der Wahrheit.

[6]) Dies war, wie sich im ersten Abschnitt gezeigt hat, noch in Gratz geschehen, ja im Grund schon im Prodromus (Capitel XII.), wo von der Theilung des Thierkreises in die 12 Zeichen und von den Aspecten die Rede ist, und wo nur erst beiläufig, als ein „fremdartiges Beispiel," die Consonanzen beigezogen werden, welche durch Theilung einer Saite entstehen, nämlich zwischen der ganzen Saite und ihren beiden Theilen, wobei es höchst bedeutsam sei, daß die An-

Es sind aber nicht zwei von einander unabhängige oder einander gänzlich fremdartige Principe, vielmehr hängen sie durch die regulären Vielecke oder durch die Kreistheilung zusammen. Wie nämlich die regulären Körper durch räumliche Zusammenstellung („Congruenz" bei Kepler) von regulären Vielecken entstehen, wobei aber nur Dreieck, Viereck und Fünfeck in Betracht kommen:[7]) so geben nur diejenigen Theilungen einer Saite (vgl. Note 6) Consonanzen, welche nach denjenigen Zahlen (2, 3, 5) erfolgen, nach welchen auch die Kreistheilung geometrisch möglich ist, oder welche den regulären Dreiecken, Vierecken und Fünfecken entsprechen, während z. B. dem nicht construirbaren Siebeneck eine dissonirende Theilung entspricht. Deßhalb vertieft sich Kepler in den zwei ersten geometrischen Büchern der „Weltharmonik" in die Theorie der regulären Polygone und Polyeder, wodurch diese Schrift nach Chasles einen unvergänglichen Platz in der Geschichte der Geometrie einnimmt, obgleich dieser geometrische Schatz in Vergessenheit gerathen sei und nur das astronomische Gesetz sich erhalten habe. Dieses Lob bezieht sich zunächst auf die Theorie der sternförmigen Polygone (Drudenfüße) und scheint eigentlich zwischen Kepler und Byrg getheilt werden zu müssen.[8]) Um so mehr muß auf-

---

zahl dieser verschiedenen Consonanzen auch fünf sei, sowie die Anzahl der bedeutsamen Aspecte, (Conjunction, Opposition u. s. w.)

[7]) Von regulären Dreiecken sind eingeschlossen das Tetraeder, Octaeder und Ikosaeder, von regulären Vierecken das Hexaeder (Kubus), von regulären Fünfecken das Dodekaeder.

[8]) Es ist der Satz, daß dieselbe Gleichung die verschiedenen Arten regulärer Vielecke von einer und derselben Seitenzahl bestimmt (z. B. das gewöhnliche Fünfeck und den fünfeckigen Stern oder das „Pentagramma," den Urdrudenfuß, ebenso das Siebeneck und die zwei siebeneckigen Sterne u. s. w.), welchen Satz Chasles in seiner „Geschichte der Geometrie" 1837 geradezu dem dritten Gesetz als ebenbürtig an die Seite setzt. Allein diese Gleichungen sind von Byrg, und Kepler perhorrescirt eigentlich von seinem rein geometrischen Standpunkt aus die algebraische oder „cossische" Einmischung, findet aber an dieser

fallen, daß Chasles von einer anderen bedeutenden geometrischen Entdeckung Keplers schweigt, nämlich von der Entdeckung der regulären Sternpolyeder, welche man heutzutage die „Poinsotschen" Körper zu nennen pflegt, aber „Keplersche" Körper nennen sollte; oder unterließ der Franzose die Anführung, weil sie auf Kosten der großen Nation gegangen wäre, er, der sich ja auch für deren Ehre in der Sache Pascal-Newton hatte dupiren lassen? [9]) Auch die Rhombenkörper und die 13 Arten archimedischer Körper, [10]) welche Kepler unter seinen „Raumcongruenzen" anführt, sind sehr bemerkenswerth.

Doch lassen wir nun die Geometrie, die wir als Herolde von Keplers Ruhm nicht übergehen durften, und folgen wir ihm in die Astronomie, ausgerüstet, wie er nun ist, einerseits mit den Harmonien und den regulären Körpern, anderseits mit den Abständen und Excentricitäten, welche

„algebraischen Analyse" das besonders wunderbar, daß sie die Seite des Polygons und seine verschiedenen Diagonalen (d. h. die Seiten der ihm beigeordneten Sterne, zugleich gebe.

[9]) Wie nämlich den convexen regulären Polygonen die ebenfalls regulären Sternfiguren zur Seite stehen, so dem gewöhnlichen regulären Dodekaeder und Ikosaeder vier weitere reguläre Sternkörper. Diese hat 1809 Poinsot aufgestellt, und zwei andere französische Mathematiker, Cauchy und der im zweiten Abschnitt erwähnte Bertrand, haben bewiesen, daß es nicht mehr geben könne als diese vier. — Daß nun unter Keplers Figuren zwei dieser regulären Sternkörper sind, zeigt sich beim ersten Anblick; und wenn er von zwei andern „semisolidae" (congruentiae) und zugleich „perfectissimae" (d. h. vollkommen regulär) spricht, ohne Figuren davon zu geben, aber sie als „non angulatas, sed auriculatas figuras" bezeichnet, so kann kaum ein Zweifel sein, daß dieß die zwei anderen jener Körper sind, die nicht mit Ausspringen, sondern mit Einspringen versehen sind.

[10]) D. h. „semireguläre" Polyeder mit lauter gleichen Kanten, welche von Regulärpolygonen verschiedener Seitenzahl eingeschlossen werden. „Congruenz" ist bei Kepler die Zusammenstellung ebener Figuren, sei es in der Ebene zu Figurennetzen, oder im Raum zu Polyedern.

er selbst aus den Tychonischen Beobachtungen berechnet hat. Es zeigte sich nun, daß die fünf Körper des „Weltgeheimnisses" die mittleren Entfernungen keineswegs genau geben. Aber es kamen ja bei jedem Planeten drei Hauptentfernungen in Betracht, die mittlere, die kleinste und die größte, und, gemäß seinem zweiten Gesetz, drei entsprechende Hauptgeschwindigkeiten, welche nach den gleichzeitig beschriebenen Bögen der Bahn oder, was ihm zuletzt als das Wesentlichste erschien, nach den diesen Bögen am Sonnenmittelpunkt entsprechenden Winkeln gemessen werden konnten. In den Verhältnissen dieser Winkel sollten nun die harmonischen Verhältnisse verwirklicht sein, und in der That fand Kepler häufig eine wirklich überraschende Uebereinstimmung der nach den Beobachtungen berechneten Winkelverhältnisse mit den musikalischen Verhältnissen; aber einerseits bedurfte es dazu vieler, ebensowenig wie das ganze Princip, in der Natur der Sache gelegenen Kunstgriffe und Ausdeutungen, anderseits blieben bei alle dem noch manche Rückstände.

Dies hielt ihn aber nicht ab, das System der ermittelten Relationen für wirklich und erfahrungsmäßig zu halten, sondern das Ganze gestaltete sich ihm nun so. Die fünf Körper bleiben das Princip für Anzahl und Folge der Bahnen. Daß ihnen aber deren Abstände nicht genau entsprechen, hat seinen Grund eben darin, daß die Planetenbahnen nicht einfache Kreise, mit der Sonne im Mittelpunkt, seien, daß vielmehr mittelst der Excentricitäten die musikalischen Grundverhältnisse in den Winkelbewegungen an den Aphelien und Perihelien verwirklicht werden sollten. Daß ferner diese gleichzeitig beschriebenen Apsidenwinkel[11]), paarweise verglichen (sowohl bei jedem einzelnen Planeten als bei zwei Nachbarplaneten), auch nicht genau die harmonischen Verhältnisse befolgen, rührt wiederum daher,

[11]) Apsiden ist der gemeinschaftliche Name von Aphel und Perihel, vergl. die Einleitung und die Figurentafel.

daß zugleich eine Harmonie sämmtlicher Planeten zu allgemeinem Accorden und Melodien, eine großartige Sphärenmusik, erzielt werden mußte, welche in der Sonne durch das Zusammenlaufen aller Strahlen in ihrem Mittelpunkt zur Empfindung kommen mag. Kurz, damit alle Vollkommenheit von Figur, Zahl, Rythmus und Accord (mit dem Unterschied von Dur und Moll) im Bau der Planetenwelt verwirklicht werden könnte, mußten die verschiedenen Typen, als Glieder des „Einen Urtypus", gegenseitig „temperirt" werden, so daß keines für sich genau, alle aber in möglichster Uebereinstimmung und Ausgleichung am Himmel ausgeprägt sind.

Man muß gestehen: „ists Irrthum schon, hat's doch Methode", ja es ist fein ersonnen, scharfsinnig durchgeführt. Was aber noch mehr ist, es ist der Boden des dritten Gesetzes. Kepler sah, daß die mittleren Bewegungen und folglich die Umlaufszeiten den Harmonien durch zu große Abweichung der wirklichen Zahlen sich entziehen, begriff sie aber im Urtypus des Ganzen durch ihre Relation mit den Entfernungen, wie wir wissen. Auf das Detail der himmlischen Harmonien einzugehen ist hier nicht möglich, aber auch nicht nöthig, weil es sich dabei nicht um objective Resultate handelt.[12]) Wie sehr Kepler subjectiv sich befriedigt fand mit dieser vermeintlichen Entdeckung des „Bauplans," welchen der Schöpfer bei dem Sonnensystem befolgt habe, das haben wir im zweiten Abschnitt gesehen. Auch haben wir uns bereits vorgehalten, wie mit dem System der Harmonien, eben weil es nur als der geometrische Plan eines göttlichen Baumeisters begriffen werden kann, der physische Boden gänzlich überschritten wird.

Kepler seinerseits und nach seinem Standpunkt findet hierin keine Schwierigkeit, vielmehr spricht er sich darüber ganz naiv aus. Wir sehen, heißt es schon im „Prodromus", wie

[12]) Vgl. Apelt: „Keplers astronomische Weltansicht," wo man, in Noten dargestellt, die Melodien nachsehen kann, welche die einzelnen Planeten ausführen, sowie deren Gesammtharmonie.

Gott, nach Art unſerer Baumeiſter, mit Ordnung und Norm den Bau der Welt angegriffen und alles ſo ausgemeſſen habe, als ob nicht die Kunſt die Natur nachahmte, ſondern Gott ſelbſt auf die Bauweiſe des künftigen Menſchen Rückſicht genommen hätte." Und im Vorwort zum vorletzten Capitel der Weltharmonik findet ſich die folgende über das Verhältniß ſeines früheren und ſpäteren Standpunktes bezeichnende Stelle: „Aus allem folgt, daß der Schöpfer, die Quelle der Weisheit und Ordnung, der ewige Born der Geometrie und der Harmonie, ſelbſt die harmoniſchen Verhältniſſe, welche aus den regelmäßigen ebenen Figuren entſpringen, mit den fünf regelmäßigen Körperfiguren verbunden und aus beiden den einen durchaus vollkommenen Urtypus der Himmel gebildet habe, ſo daß, wie durch die fünf körperlichen Figuren die Ideen der ſechs Planetenbahnen hervorleuchten, ſo in den Sprößlingen der ebenen Figuren, den Harmonien, die Maße der Excentricitäten in den einzelnen Bahnen zur Regelung der Bewegungen enthalten wären, und aus beiden Dingen Eine Temperatur hervorginge — (wobei nämlich, ſowohl die höheren Verhältniſſe der Bahnen den niederen der für die Harmonien erforderlichen Excentricitäten in etwas ſich anbequemten, als auch umgekehrt unter den harmoniſchen Verhältniſſen diejenigen vorzüglich in Anwendung kommen, welche zu jeglicher Körperfigur die größte Verwandtſchaft haben); — daß alſo auf dieſe Weiſe ſowohl die Verhältniſſe der Bahnen, als auch die einzelnen Excentricitäten, zugleich aus dem Urtypus hervorgingen, aus der Weite der Bahnen aber und der Maſſe der Körper die Umlaufszeiten der Planeten entſprängen." Merkwürdig iſt hier und wieder eine Spur jenes geheimen Inſtincts, daß Kepler zu den Bahnweiten die Planetenmaſſen fügt als mitbeſtimmend bei den Umlaufszeiten; denn wenn er ſich auch, ſeinen phyſiſchen Vorſtellungen zufolge, die Sache irrthümlich ſo denkt, daß die Planetenmaſſen im Verhältniß der Umlaufszeiten ſtehen — z. B.

Saturn 30 mal, Jupiter 12 mal die Erdmasse übertreffe, wovon er übrigens später wieder zurückkam, vgl. unten Nr. 3, Note 5), — so stecken doch wirklich die Planetenmassen in dem durch die Gravitationslehre verbesserten dritten Kepler'schen Gesetz.

Wer nun aber in dem Vorwurf des Transcendenten, d. h. daß durchaus kein physischer Zusammenhang zwischen der bei Bildung und Erhaltung des Sonnensystems wirksamen Naturkräfte und zwischen dem Harmoniesystem da ist, noch keinen hinreichenden Grund für dessen Nichtigkeit sieht, der ist an die Thatsachen zu erinnern, an welchen Keplers Gebäude zusammenbricht: nämlich an die neu entdeckten Planeten, indem man jetzt 10 Dutzende anstatt 6, oder wenn man bloß die Regionen zählt, 9 anstatt 6 hat, und an die Veränderlichkeit der elliptischen Elemente in Folge der Störungen. Dies führt zugleich auf die Frage, was die heutige Wissenschaft etwa wirklich an die Hand gebe über die „architectonische" Aufgabe, d. h. die Ursache von der Vertheilung der Massen und von der Anordnung der Bahnen mit diesen bestimmten Elementen nachzuweisen. Hiebei ist aber vorerst zu bemerken, daß diese Frage auf dem heutigen Standpunkt bedeutend zusammengeht. Denn hier ergibt sich die Nothwendigkeit der Excentricitäten schon aus dem Wesen der Centralbewegung, wie wir in der Einleitung gesehen haben; und ihre Herleitung, sowie die der Apsidenlinien und der Lage der Bahnen zu einander, findet, nach ihren allgemeinen und wesentlichen Merkmalen, vielmehr in der andern Aufgabe vom Ursprung der Umläufe ihre Stelle, nämlich die im Allgemeinen geringen Werthe der Excentricitäten und Bahnneigungen, als Folgen der Urrotation, welche den Umläufen zu Grunde liegt. Ihre bestimmten Werthe aber gehören in das Gebiet des Zufälligen und Gleichgiltigen um so mehr, als sie nicht einmal bestimmt, sondern mit einem Spielraum der Größe angelegt sind, sofern sie beständig sich ändern und um einen gewissen

mittleren Zustand äußerst langsam herumschwanken, nämlich vermöge der allgemeinen Gravitation, in Folge der Störungen, mit welchen in der That die Harmonien so wenig sich vertragen, als die fünf Körper mit den neuen Planeten. So bleiben also, neben den Massen selbst, nur diejenigen Elemente übrig, welche als unveränderlich, oder, richtiger zu sprechen, als in weit geringerem Grad veränderlich zu betrachten sind, d. h. die Bahnweiten (sammt den durch sie und die Massen bestimmten Umlaufzeiten).

Fragt man nun, ob sich die physischen Ursachen bis zur Vertheilung der Massen einigermaßen verfolgen lassen, so ist mit Nein zu antworten, höchstens daß man es begreiflich finden kann, wiefern die größeren Massen und Theilsysteme (Mondenwelten) in den größeren Abständen vom Centralkörper sich gebildet haben, und wiefern die Dichte derselben von Mercur an auswärts im Allgemeinen abnimmt. Ein Gesetz der Abnahme ist aber nicht bekannt und auch die Gesetzmäßigkeit in den Entfernungen steht, streng genommen, in Frage. Wohl ist, besonders durch Bode, jene Planetenprogression zu großem Ruf gelangt, wonach man, ausgehend von den 8 Millionen Meilen, als der Entfernung des sonnennächsten Planeten, die Entfernungen der folgenden (in Millionen Meilen) der Reihe nach erhält, wenn man zu 8 die Zahl 6 einmal, zweimal, viermal, achtmal u. s. w. addirt, oder, was dasselbe ist, das, was zu 8 addirt wird, je bei dem folgenden Planeten verdoppelt. Diese Progression ließ in der Lücke, die nach ihr zwischen Mars und Jupiter stattfindet, einen neuen Planeten vermuthen; schien aber sofort unter einem gar zu massiven Nimium probans zu erliegen, als die Planeten daselbst zu vier (jetzt 112 „Planetoide") erschienen; erhielt sich indessen einigermaßen wieder aufrecht, als man Planetenregion an die Stelle von Planet setzte. Wer aber in ihr ein Gesetz nach Art des dritten Keplerschen sehen will, irrt sehr; denn nach ihr müßte es, wie Gauß bemerkt, zwischen

Mercur und Sonne unendlich viele Planeten geben[13]; auch gibt sie die Entfernungen nicht genauer als Keplers Regel von den fünf Körpern und ist im Grunde eine bloße Umschreibung der Wahrnehmung, daß jede folgende Planetenregion mehr als $1\frac{1}{2}$ mal und weniger als 2 mal so weit entfernt ist als die vorhergehende[14]. Dieß hat auch, in Verbindung mit der anderen Wahrnehmung von der durchgängigen Kleinheit der Excentricitäten, seine ins Gewicht fallende Bedeutung für die zur Stabilität des Planetensystems erforderliche Sonderung der Planetenregionen von einander, indem so der Zwischenraum zwischen zwei Nachbarregionen stets bei weitem größer bleibt als das höchste Maß von Excentricität. Somit concentrirt sich das, was man etwa über die architectonische Frage sagen kann, in dem Gedanken, daß das Sonnensystem auf die Alleinherrschaft der Sonne, als Bedingung seiner Stabilität, angelegt erscheint.

Wenn jene Planetenprogression auch schon auf Kepler's Rechnung gesetzt worden ist[15], so ist dieß jedenfalls ein

[13]) In der Reihe 8, 8 + 6, 8 + 6.2, 8 + 6.4, 8 + 6.8, 8 + 6.16 u. s. w. ist nämlich das Glied, welches dem zweiten 8 + 6 vorangeht, dem Gesetz der Reihe nach nicht 8, sondern 8 + 3, diesem geht 8 + $\frac{3}{2}$, diesem 8 + $\frac{3}{4}$ voran u. s. w. Diese Zahlenreihe wird gewöhnlich mit 4 und 3 gestellt, anstatt mit 8 und 6; mit letzteren Zahlen wird aber ihr mnemonischer Dienst am directesten erreicht, indem man dann sogleich die runden Anzahlen von Millionen Meilen hat.

[14]) Dies findet auch bei den Jupiterstrabanten statt, aber nicht bei den Saturnstrabanten. Die „Planetoide" werden dabei in eine Region gerechnet und als deren Entfernung gilt das Mittel (ca. 55 Millionen Meilen) ihrer sehr verschiedenen Entfernungen (von 43 bis 68 Millionen Meilen).

[15]) Apelt „Epochen der Natur" I. Band S. 223, von Humboldt im Kosmos bei der Geschichte der physischen Weltanschauung aufgenommmen. Die Progression wird gewöhnlich dem Wittenberger Professor Titius zugeschrieben, steht aber nur in dessen Uebersetzung von des Genfers Bonnet Naturbetrachtungen und kommt, nach Poggendorfs Handwörterbuch, schon bei Christian Wolff vor.

Irrthum, was schon daraus hervorgeht, daß Kepler nicht nur einen einzigen Planeten (dessen ja jene Progression allein bedarf) zwischen Mars und Jupiter, sondern zwei und zwar in ganz verschiedenen Abständen, sowie auch einen zwischen Mercur und Venus vermuthet hat. Aber wie räumt sich diese Vermuthung weiterer Planeten damit, daß solche mit Keplers System sich nicht vertragen? Die Sache ist diese. Ehe Kepler auf die Idee der fünf Körper gekommen war, hatte er auf anderen Wegen eine Gesetzmäßigkeit in den Abständen der Planeten herauszubringen versucht, dieselbe aber wieder verworfen, als er das „Weltgeheimniß der fünf Körper" gefunden. Unter anderem, erzählt er im „Prodromus", habe er eine Fortschreitung der Zwischenräume „nach gleichen Verhältnissen"[16]) gesucht, dabei aber sich genöthigt gesehen, eine „allzukühne Voraussetzung" zu machen, indem er nicht nur einen Planeten zwischen Mercur und Venus, sondern sogar mehr als einen in die ungeheure Lücke („ingens hiatus") zwischen Mars und Jupiter hätte einschalten und annehmen müssen, daß diese Planeten ihrer Kleinheit wegen unsichtbar seien. Das Ganze kommt also darauf zurück, daß Kepler einst vorübergehend sich die Möglichkeit dachte, es könnten zwischen den bekannten Planeten noch andere unwahrnehmbar kleine Planeten vorhanden sein, während das Princip, in welchem er nachgehends das Wahre gefunden zu haben glaubte, dieselben ausschließt; der

[16]) Kepler drückt sich über seine Zahlenreihe nicht bestimmter aus; daß es nicht die Bode'sche war, ist gewiß; daß es aber eine geometrische gewesen sein muß, geht aus seiner höchst interessanten Bemerkung hervor, daß dieselbe überhaupt keine bestimmte Anzahl der Planeten gegeben hätte, indem sie nicht nur gegen die Fixsterne, sondern auch gegen die Sonne hin unbegränzt gewesen wäre, weil die Theilung des Raumes innerhalb des Mercur nach dieser Progression ins Unendliche fortschreiten würde. Das gleicht aber ganz der oben mitgetheilten Bemerkung von Gauß gegen die Bode'sche Reihe; Kepler hat also diese widerlegt, ohne sie zu kennen, und ist dabei mit Gauß zusammen getroffen!

ephemere Gedanke gehört übrigens gewiß zu den „Wagnissen kosmologischer Ahnungen", welche ihm Humboldt zuschreibt.

2. Die Bahnbestimmung oder die elliptische Theorie.

Die leitenden Gedanken, mit welchen Kepler sich an seine große Marsarbeit machte, datiren ebenfalls schon vom „Prodromus" her und sind folgende. Da die Entfernung des Planeten von der Sonne sich nicht gleich bleibt, noch die Geschwindigkeit, und zwar so, daß diese um so kleiner ist, je größer die Entfernung: so muß der gemeinschaftliche Grund hievon, sowie davon, daß die Dauer der Umlaufszeiten in größerem Verhältniß zunimmt als die Bahnweite, darin liegen, daß der Sonne die bewegende Kraft zukommt und daß diese in größerer Entfernung abnimmt (was wir auch schon vorhin in Nr. 1 zu erwähnen hatten). Daraus leitet Kepler den sogenannten Ausgleichungspunkt der alten Planetentheorie theoretisch her (vgl. Einleitung), indem von diesem aus, da er und die Sonne auf entgegengesetzten Seiten der Kreismitte liegen, die Abstände sich vertauschen und daher die Ungleichheit der Bewegung sich ausgleicht. Er schließt ferner, daß deßhalb der Ausgleichungspunkt, obwohl er, namentlich bei der Erde, nicht gebraucht zu werden pflege, wahrscheinlich doch zu allen Bahnen gehöre. Endlich knüpft sich ihm an die physische Beziehung der Bewegungen zur Sonne die Verbesserung der Copernicanischen Theorie von der „zweiten Ungleichheit" (vgl. Einleitung), daß man nämlich die Planetenörter nicht auf den mittleren, sondern auf den wahren Sonnenort beziehen müsse, jene Verbesserung, mit welcher er zu Tycho und alsbald mit diesem darüber in Streit kam.

In der „Neuen Astronomie" legt Kepler sofort den Gang, den er bei Auflösung der „theorischen" Aufgabe oder bei

Entdeckung der elliptischen Theorie genommen, ausführlich dar, mit allen Kunstgriffen, Hilfsaufgaben und allmählichen Versuchen, und unterscheidet schon in der Einleitung, wo er den Plan des Werkes als einer „Himmelsphysik" erörtert und das Ziel in die physischen Ursachen der Bewegungen setzt, vier Hauptschritte im Weg zu ihrer Entdeckung. „Der erste Schritt zu den physischen Ursachen, sagt er, war die Nachweisung, daß im Mittelpunkt des Sonnenkörpers selbst die Ebenen aller sechs excentrischen Kreise zusammentreffen; der zweite, daß auch in der Erdbahn der Ausgleichungspunkt herrsche und deßhalb die Excentricität der Erde zu halbiren sei; der dritte, daß die Excentricität im doppeltexcentrischen Kreis des Mars nicht anders als halbirt werden könne; der vierte, daß die Bahn des Planeten kein Kreis sei, sondern ein Oval, und zwar vollkommen elliptisch". Diese vier Schritte, wovon die zwei ersten, wie wir sehen, der Idee nach schon aus dem „Prodromus" stammen, aber nun aus den Tychonischen Beobachtungen nachzuweisen waren, nimmt Kepler in den vier letzten Theilen des Marswerkes vor[1]), nachdem im ersten eine vergleichende Darstellung der verschiedenen Planetensysteme und der vorhandenen Theorien der Ungleichheiten vorausgegangen ist. Wir versuchen, mit Umgehung des Mathematischen, die Hauptmerkmale in Keplers Gang darzustellen, zunächst in formeller Hinsicht.

Wenn man die Gesetze, das der Curve und das der Geschwindigkeit, kennt, überdieß einige empirische Data, die Elemente der Bahn, so kann man für beliebige Zeitpunkte die Planetenörter berechnen, namentlich auch für solche Zeitpunkte, zu welchen wirklich Beobachtungen des Planeten angestellt worden sind. Die berechneten Zahlen werden nie ganz mit den Beobachtungszahlen übereinstimmen,

[1]) So übrigens, daß der dritte und vierte Schritt mit einander im 4. und 5. Theil behandelt werden.

weil die Beobachtungen mannigfaltigen Fehlern unterworfen und daher nie vollkommen genau sind; man muß daher wissen, wieviel man von jener Nichtübereinstimmung auf Rechnung der Beobachtungsfehler zu setzen hat und zu dem Behuf ein sicheres Urtheil über den Grad der Genauigkeit sich verschaffen, welcher den betreffenden Beobachtungen zukommt, wornach sich ein Maximum der Nichtübereinstimmung herausstellt, die sogenannte Fehlergränze, deren Ueberschreitung sofort ein sicheres Zeichen davon ist, daß die Grundlagen der Rechnung unrichtig sind. Dieß können nun, wenn die Gesetze über allen Zweifel erhaben sind, nur die Elemente sein, im anderen Fall aber beide, Elemente und Gesetze, und in diesem Fall befand sich Kepler[2]). Die Elemente, welche er antraf, waren die alten, aus den alten Beobachtungen entnommen, mithin so ungenau wie diese[3]); sie sollte er eben nach Tycho's Beobachtungen verbessern. Die vorliegenden Gesetze aber waren die der alten Theorie mit ihren excentrischen Kreisen und Ausgleichungspunkten; und Kepler hatte, zwar nicht in Betreff der Kreisgestalt, wohl aber über das Gesetz der Geschwindigkeit bereits eine sehr entschiedene Wahrnehmung von der Unrichtigkeit der alten Theorie und von der wesentlichen Abhängigkeit der Geschwindigkeiten von den Entfernungen, was wir mit ihm die „physische Hypothese“[4]) nennen wollen, gegenüber der bloß phoronomischen des Ausgleichungspunktes. Was ist nun aber zu thun, wenn Elemente und Gesetze[5]) zu be-

[2]) Diese ganze Stelle ist fast wörtlich nach des Verfassers Programm von 1841 gegeben, nicht nach Apelt „Kepler's astronomische Weltansicht“ (S. 47) von 1849.

[3]) Ja auch, wie namentlich die Excentricitäten, theoretisch unsicher, weil mit der alten Theorie selbst verwoben.

[4]) Diese, d. h. sein zweites Gesetz, brauchte er zunächst in der nicht ganz richtigen Form, daß die Geschwindigkeiten den Entfernungen umgekehrt proportionirt seien, wovon später.

[5]) In dieser Hinsicht steht Kepler's Bahnbestimmung in der Marstheorie einzig da und unterscheidet sich wesentlich von der

ſtimmen ſind? Man muß mit jeder einzelnen Annahme über die Geſetze, zu der man ſich aus inneren oder äußeren Gründen veranlaßt ſieht, die Probe machen, daß man mittelſt einer hinreichenden Anzahl von beobachteten Oertern die Elemente, und ſofort mit dieſen wieder andere Oerter berechnet, welche man mit Beobachtungen vergleichen kann; die Annahme aber (Hypotheſe) muß man ſo lange wechſeln, bis bei dieſer Vergleichung die gehörige Uebereinſtimmung herauskommt.

Hierbei kommt es nun vorerſt auf die Art der ſucceſſiven Hypotheſen weſentlich an; natürlich mußte Kepler von den beſtehenden ausgehen und ſich allmählich durch ihre Ungenügenheit zu neuen hindrängen laſſen; vor allem alſo mußte er die Hypotheſe der Kreisgeſtalt mit allen ihren Modificationen durchprobiren[6]). Dieſe Modificationen lagen aber in der damit verbundenen Annahme über die Geſchwindigkeit: entweder der alten eines

---

Bahnbeſtimmung, welche Gauß in der „Theoria motus" etc., zunächſt aus Anlaß der neuentdeckten Planeten (Ceres u. ſ. w.), aufgeſtellt hat. Dagegen iſt letztere in einer anderen Beziehung groß, ſofern Gauß aus Beobachtungen, welche nur ein kleines Stück von der Bahn eines neuen Planeten umfaſſen, dieſe Bahn mit ihren ſämmtlichen Elementen herleitet; Kepler aber Marsbeobachtungen vor ſich hatte, welche eine Menge vollſtändiger Umläufe des alten Planeten umfaßten, ſo daß das wichtigſte Element, die Umlaufszeit ſammt der mittleren Geſchwindigkeit, im Voraus genau bekannt war. Die Verbindung der Keplerſchen und der Gaußiſchen Schwierigkeit dürfte ein unlösbares Problem ſein!

[6]) Wenn daher Whewell es Kepler zum Vorwurf macht, nicht ſowohl, daß er „ſoviele Verſuche mache, die bei genauerer Prüfung zum Irrthum führten", als daß er „dieſelben ſo umſtändlich verfolge und die Irrthümer ſeiner erſten Einfälle ſelbſt widerlege" (was übrigens auf der anderen Seite ſeine Schriften ſo lehrreich mache): ſo irrt er gründlich, weil die elliptiſche Theorie nur dann aus den Beobachtungen erwieſen war, wenn zugleich der empiriſche Beweis vorlag, daß denſelben keine andere Hypotheſe, namentlich nicht die Kreishypotheſe mit allen ihren Modificationen, genüge.

Ausgleichungspunktes oder seiner „physischen Hypothese". Jene war aber selbst wieder mehrerer, von der bisherigen Astronomie wirklich bei den verschiedenen Planeten gebrauchten Modificationen fähig; entweder ist nämlich der Ausgleichungspunkt der Mittelpunkt selbst (der „einfach excentrische Kreis", den man bei der Sonne oder Erde anwendete), oder ein Punkt der Apsidenlinie auf der anderen Seite des Mittelpunktes, und zwar entweder in demselben oder in anderem Abstand vom Mittelpunkt, als der Centralkörper (der „doppelt excentrische Kreis mit gleich oder ungleich vertheilter Excentricität"). Bei der letzterwähnten Annahme, welche man früher eben bei Mars in Anwendung brachte, stellte Kepler die Aufgabe so, überhaupt diejenige Vertheilung der Excentricität zu suchen, die mit den Beobachtungen am besten übereinstimme; da mußte alsdann der Ausgleichungspunkt sich zeigen oder der „physischen Hypothese" Platz machen. Er mußte indessen entschieden erst mit dem Kreis selbst weichen, denn der doppelt excentrische Kreis bei gleichvertheilter Excentricität that bei der Mehrzahl der Proben nahezu dieselben Dienste[7]).

Aber was führte denn, bei so bewandten Umständen, Kepler über den Kreis hinaus zu dem weniger von der Apsidenlinie ausbiegenden Oval der Ellipse? Hiemit gelangen wir zu einem neuen wesentlichen Moment in Keplers Untersuchung. Er probirte die Hypothesen nicht nur an den beobachteten Längen und Breiten, sondern auch an den Abständen von der Sonne, durch welche der Planetenort erst vollständig bestimmt wird. Denn bei diesen nun gab der Kreis, sei es mit gleichabstehendem Ausgleichungspunkt

[7]) So ist jener „dritte Schritt" Kepler's zu verstehen, von welchem oben die Rede war. Auch liegt dieß in der Natur der Sache, ist ja in der Ellipse selbst, zu welcher dieser Kreis eine Annäherung war, der andere Brennpunkt annähernd ein Ausgleichungspunkt, ein Umstand, welcher auch von den Astronomen zur Auflösung des sogenannten Keplerschen Problems benützt worden ist.

oder in Verbindung mit der „physischen Hypothese", jene Uebereinstimmung nicht, wie bei den Längen, sondern die Abstände fielen durchaus zu groß aus, womit die ovale Figur entschieden indicirt war. Jeder andere, hörte ich Encke sagen [8]), hätte sich mit der Uebereinstimmung der berechneten und beobachteten Längen auf zwei Minuten [9]) begnügt, aber Kepler unterwarf die Hypothese einer neuen Probe an den Entfernungen; hiebei ergab sich der die Fehlergränze der Tychonischen Beobachtungen namhaft übersteigende Unterschied von acht Minuten, und diese acht Minuten wurden die Basis der elliptischen Theorie! Kepler selbst sagt: „lediglich diese acht Minuten bahnten den Weg zur Reform der ganzen Astronomie".

War dieß ein Triumph von jener feinen Gründlichkeit Kepler's, so triumphirte an demselben Punkt auch sein geometrischer Scharfsinn. Es waren nämlich die berechneten Entfernungen mit den beobachteten zu vergleichen, aber woher beobachtete Entfernungen nehmen? Diese lassen sich überhaupt nicht unmittelbar messen, und Messungen der scheinbaren Durchmesser der Planeten, welchen die Entfernungen umgekehrt proportionirt sind, waren noch nicht Sache des Tychonischen Stadiums der Beobachtungskunst. Kepler mußte sich also ein Mittel erfinden, mittelbar aus den Beobachtungen Entfernungen oder wenigstens Entfernungsverhältnisse zu berechnen, und

---

[8]) In einer Vorlesung im Winterhalbjahr 1836/37 über theorische Astronomie nach Gauß „Theoria motus etc.", bei welcher auch die Olbers'sche Methode der Kometenberechnung und zuletzt die Entdeckungsgeschichte der Keplerschen Gesetze in mathematischer Ausführung vorkam. Diese Encke'sche Vorlesung ist überhaupt, neben der „Astronomia nova" selbst, in meiner Darstellung der Marstheorie benützt.

[9]) D. h. Bogen- oder Winkelminuten, mit anderen Worten auf den 30. Theil eines Grades; dieß war eben die „Fehlergränze" der Tychonischen Beobachtungen.

dieß gehört zu seinen genialsten Kunstgriffen, welchen wir gleich nachher kennen lernen werden.

Somit sind die Hauptmomente von Keplers Bahnbestimmung von Seiten der Form: die vollständige und planmäßige Reihe von Annahmen über die Gesetze; die vollständige Vergleichung der berechneten und beobachteten Oerter nach Längen, Breiten und Entfernungen, mit sicherem Urtheil über die Fehlergränze; die geometrischen Kunstgriffe bei dieser Prüfung. Die materiellen Momente aber sind: die glückliche Wahl des Mars und der planmäßige Gang, in welchem Kepler die Erdbahn und die Marsbahn mit und durcheinander bestimmt; worauf er sofort, nachdem die beiden Gesetze an diesen beiden Bahnen entdeckt waren, mittelst derselben die verbesserten Elemente aller übrigen Planeten herleiten und die Gesetze selbst an denselben weiter erproben konnte, was auch in größter Uebereinstimmung mit sämmtlichen Planetenbeobachtungen Tycho's von statten ging.

Die glückliche Wahl des Mars, worauf wir Kepler so großes Gewicht legen sehen, beruht darauf, daß dieser Planet eine bedeutende Excentricität oder Abweichung vom Kreis hat, an welcher dieser scheitern mußte, während er bei der Erdbahn auch nach den Entfernungen Tycho's Beobachtungen vollkommen befriedigte; ferner, daß Mars ein oberer Planet ist, welcher mit der Erde in Opposition kommt[10]), endlich unter diesen der nächste an der Erde ist. War dieß mehr vom Zufall herbeigeführt, wie Kepler selbst erzählt, so ist dagegen sein eigenstes Verdienst die sinnreiche gleichzeitige Bestimmung der Erd- und der Marsbahn. Da nämlich die anderen Planeten von der Erde aus beobachtet werden, welche selbst in Bewegung ist, so steckt

[10]) Deßhalb war Mercur nicht zu brauchen, obwohl seine Excentricität noch etwas bedeutender ist als die des Mars, weil er stets nur wenig von der Sonne als „Abend- oder Morgenstern" ausweicht.

letztere in denen aller anderen Planeten und muß dabei in Rechnung gezogen werden. Nun überzeugt sich Kepler zuerst an Mars, daß man dieß nicht nach der mittleren, sondern nach der wirklichen Bewegung der Erde thun müsse, welche mit ihrer eigenen Ungleichheit behaftet ist[11]). Alsdann überzeugt er sich durch Mars, daß diese Ungleichheit, die man somit zuvor kennen muß, weil sie in jedem Planeten wiederkehrt, den Tychonischen Beobachtungen gemäß hinreichend dargestellt wird durch einen doppeltexcentrischen Kreis, statt des bisher gebrauchten einfach excentrischen[12]). Er überzeugt sich endlich, daß die Marsbahn selbst, die er jetzt rein in Beziehung auf die Sonne betrachten kann, nothwendig die Ellipse erheischt (der vierte Schritt, aber hindurchgegangen durch den dritten, Note 7). Auch bei dem zweiten dieser drei Momente nämlich kommt Mars ins Spiel, denn eben dieser muß dazu dienen, die zur Prüfung der Annahmen über die Erdbahn erforderlichen Entfernungen der Erde von der Sonne in verschiedenen Punkten ihrer Bahn aus Beobachtungen herzuleiten, und eben diese Entfernungen zeigten die Nothwendigkeit eines doppelt excentrischen Kreises auch für die Erde, während den Längen der einfach excentrische Kreis genügt hatte; ebenso wie wiederum die Entfernungen des Mars von der Sonne die Nothwendigkeit der Ellipse zeigten, während die Längen durch den doppelt excentrischen Kreis befriedigt wurden, wie schon oben zu bemerken war. Der Kunstgriff selbst aber, welchen Encke deßhalb den Schlüssel zu Keplers Werk nannte, besteht näher darin, daß Kepler aus Tycho's Marsbeobachtungen solche zusammensuchte, welche der Zeit nach um einen vollständigen Umlauf dieses Planeten von einander abstanden, wo also Mars immer an

[11]) Dieß ist der erste der vier Schritte und das, was Kepler schon im „Prodromus" behauptet hatte.

[12]) Dieß ist der zweite der vier Schritte, welcher auch schon im „Prodromus" seinen Anhaltspunkt hatte, sofern daselbst für alle Bahnen ein Aequant als wahrscheinlich befunden worden war.

denſelben Ort des Himmels zurückgekehrt, aber von verſchiedenen Punkten der Erdbahn aus beobachtet worden war. Hiemit gewann er zwei feſte Punkte in dieſem Marsort und in der Sonnenmitte und, indem er deren Entfernung zur Einheit nahm, konnte er die verſchiedenen Abſtände der Erde von der Sonne berechnen; mit dieſen Abſtänden und den Oppoſitionsbreiten des Mars[13]) erhielt er endlich die Entfernungen des Mars von der Sonne.

Eben hieran knüpfte ſich auch die Entdeckung des zweiten Geſetzes oder des beſtimmten Ausdruckes für die Abhängigkeit der Geſchwindigkeiten von den Entfernungen; nämlich in der zunächſt nicht ganz richtigen Form, daß jene (oder die in gleichen Zeiten beſchriebenen kleinen Bögen der Bahn) ſich umgekehrt verhalten wie dieſe. Es iſt überhaupt merkwürdig, bemerkte Encke, wie Kepler hierbei in einer Anzahl von Fehlern ſich bewegte. Als das aus den Beobachtungen Bewieſene nimmt er eigentlich die Gleichförmigkeit der Bewegung um den Ausgleichungspunkt (gemäß jenem „dritten Schritt"), alſo das bloß annähernd Richtige; beweiſt hieraus obiges Verhältniß zunächſt für Sonnennähe und Sonnenferne, alſo das wirklich Richtige; dehnt endlich dieſes Verhältniß auf alle zwiſchenliegenden Punkte der Bahn aus, wo es bloß annähernd richtig iſt und etwas abgeändert werden muß, um wirklich richtig oder um bloß ein anderer Ausdruck des Flächengeſetzes ſelbſt zu ſein[14]). Man ſieht

---

[13]) D. h. den beobachteten Winkeln, um welche Mars bei ſeinen Oppoſitionen, in welchen er und die Sonne auf entgegengeſetzten Seiten von der Erde ſtehen, oberhalb oder unterhalb der Ekliptik ſtand. — Die Rückkehr des Mars an denſelben Ort iſt zwar nicht abſolut, wohl aber relativ richtig, d. h. der Abſtand der beiden „feſten" Punkte bleibt ſich gleich, da dieſe bei der Bewegung des Sonnenſyſtems um gleichviel ſich verſchieben.

[14]) An die Stelle der Entfernungen müſſen nämlich die von der Sonne (oder vom Brennpunkt) auf die Tangente des Bahnbogens gefällten Lothe treten; dieſe ſind die Höhen der als Dreiecke zu betrachten-

hieraus, daß die Theorie der Centralbewegung das zweite Keplersche Gesetz, so wie er es zunächst aufgestellt hatte, von Mißverständnissen zu reinigen und (worüber die Einleitung zu vergleichen ist) die beiden anderen auf ihren allgemeinen Ausdruck zu bringen hatte.

3. Die Himmelsphysik.

Was endlich Kepler's Ansichten über die physischen Ursachen betrifft, welche er ebenfalls in seinem Marswerk niedergelegt hat, so sind hier die Hauptmomente folgende. Erstlich stellt Kepler über die wirkliche Naturkraft, um welche es sich hier vor Allem handelt, die Schwere, sehr richtige Begriffe auf, welche zum Theil in Newton's Gravitation ihre Stelle finden und für diesen ohne Zweifel gewichtige Anhaltspunkte waren (vgl. Einleitung). Allein er faßte sie als eine bloß irdische Kraft und ließ sie bei den himmlischen Bewegungen als verlorenen Posten stehen, was schon daraus erhellt, daß er diese Theorie in der Einleitung der „Neuen Astronomie" bei den Einwürfen gegen die Bewegung der Erde gibt, anstatt da, wo es sich um den Mechanismus der Planetenbewegungen handelt. Zweitens stellt er über diesen eine ganz andere, sehr ins Einzelne ausgesponnene und an Combinationen reiche, aber nach Form und Inhalt mißlungene Theorie auf, in welcher die Schwere gar nicht vorkommt, und deren formeller Grundirrthum in dem Mangel an Einsicht in die Mechanik der Centralbewegung und der krummlinigen Bewegung überhaupt ist. Drittens aber stecken in seiner Theorie unverkennbare Andeutungen über das, was wir als die Auf-

---

den Sectoren und verhalten sich nach dem Flächengesetz umgekehrt wie die Grundlinien, d. h. die kleinen Bögen der Bahn. — Uebrigens sind jene Lothe und die Entfernungen, wegen der geringen Abweichung vom Kreis, wenig von einander verschieden.

gabe vom Anſtoß zur Bewegung von der phyſiſchen Aufgabe geſondert haben.

Kepler's Sätze von der Schwere bieten eine entſchiedene Einſicht in das Weſen dieſer Naturkraft dar, ſowie eine berichtigende Bezugnahme auf die damals noch gangbaren Ariſtoteliſchen Kindheitsvorſtellungen. Nachdem er die unvollſtändige Vorſtellung von der Trägheit gegeben hat, daß jeder Körper als ſolcher die Eigenſchaft habe, in jedem Punkt zu ruhen, wo er vereinzelt, außerhalb des Bereiches der Kraft eines „verwandten" Körpers, ſich befinde: erklärt er dem gegenüber die Schwere als das gegenſeitige Streben „verwandter" Körper zur Vereinigung (von welcher Art auch die magnetiſche Kraft ſei), dergeſtalt, daß die Erde den Stein in ausnehmendem Maß ſtärker anzieht, als der Stein die Erde. Hiezu die folgenden drei allgemeinen Behauptungen: 1) Denkt man ſich die Erde in den Mittelpunkt der Welt geſtellt, ſo ſtreben die ſchweren Körper zum Mittelpunkt der Welt nicht als ſolchem, vielmehr als zum Mittelpunkt eines runden „verwandten" Körpers, der Erde nämlich; wohin daher auch die Erde durch ihre Lebenskraft („facultas animalis") verſetzt werden mag, ſo bewegen ſich die ſchweren Körper ſtets nach ihr; wenn aber die Erde nicht rund wäre, ſo würden ſie nicht von allen Seiten nach der Erdmitte ſtreben, ſondern von verſchiedenen Seiten nach verſchiedenen Punkten. 2) Leicht iſt nichts Körperliches ſchlechthin, ſondern nur relativ leichter iſt das, was, ſei es an ſich oder durch hinzutretende Wärme, dünner iſt; die leichten Körper fliehen daher nicht an die Oberfläche der Welt, ſondern werden nur weniger angezogen, und ſo von den ſchweren Körpern verdrängt, und, wenn dieß erfolgt iſt, ſo ruhen ſie ebenfalls und werden an ihrem Ort von der Erde feſtgehalten. 3) Wenn irgend zwei ſchwere Körper, z. B. „zwei Steine", irgendwo in der Welt in Nachbarſchaft von einander, aber außerhalb des Bereiches der Kraft eines dritten „verwandten" Körpers ſich befänden, ſo würden

sie (nach Art der magnetischen Körper) an einem Zwischenort sich zusammenbegeben, indem jeder dem andern nach Maßgabe der anziehenden Masse sich nähert.

Von letzterem Satze hauptsächlich macht er endlich die berühmte Anwendung auf Sonne und Mond, die ihm also als „verwandte" Körper gelten, womit die Fernwirkung der Schwere in einem concreten Fall aufs bestimmteste ausgesprochen ist. Wenn Mond und Erde, sagt er, nicht durch eine Art von Lebenskraft („vis animalis") oder sonst eine Ursache in ihren Bahnen erhalten würden, so würde die Erde zum Mond um den 54ten Theil der Entfernung sich erheben, der Mond aber um die 53 übrigen Theile zur Erde herabsteigen, und hier würden sie sich vereinigen, vorausgesetzt übrigens, daß die beiden Körper dieselbe Dichte besäßen (dann ist nämlich jener Vereinigungspunkt ihr gemeinschaftlicher Schwerpunkt). Wenn insbesondere die Erde aufhörte, ihre Wasser an sich zu ziehen, so würde alles Meer sich erheben und auf den Mond sich ergießen; der Bereich der Anziehungskraft, welche dem Mond zukommt, erstreckt sich bis zur Erde und macht sich an den Wassern geltend (worauf eine, freilich noch unvollkommene Theorie von Flut und Ebbe folgt). Hieraus folgt aber, daß um so mehr die Anziehungskraft der Erde bis zum Mond und viel weiter sich erstreckt und daher nichts, was irgendwie aus irdischem Stoff besteht und in die Höhe steigt, diesem überaus starken Verband mit der Erde je entfliehen könnte.

In der That, Kepler war auf der einen Seite nahezu im Besitz der Gravitation, auf der anderen Seite hatte er die Gesetze der himmlischen Bewegungen; allein eine unübersteigliche Kluft war für ihn zwischen beiden befestigt, und diese bestand in nichts anderem, als in dem Unvermögen, die Wirksamkeit einer geradlinig wirkenden Kraft bei einer krummlinigen Bewegung einzusehen. Erst im kommenden Zeitalter reichte die Dynamik seinem Nachfolger

Newton die Stange, mit welcher er jene Kluft überſprang und behaupten konnte, daß Kepler's Schwere, mit welcher Erde und Mond ſich anziehen, zugleich Kepler's „vis animalis“ iſt oder das, durch welche jedes in ſeiner Bahn erhalten wird.

Wie geſtaltet ſich nun aber Kepler's phyſiſche Theorie der himmliſchen Bewegungen? Es hält ſchwer, Alles, was Kepler in dieſer Hinſicht beibringt, in eine Geſammtanſchauung zu vereinigen, ſofern er eigentlich für jedes allgemeine Merkmal der Planetenbewegung ein eigenes Princip annimmt, oder vielmehr das Merkmal ſelbſt eigentlich nur mit einem ſolchen angeblichen Princip umſchreibt, wozu dann noch das von dieſen phyſiſchen Betrachtungen unabhängige architectoniſche Princip der Harmonien kommt. Wir glauben indeſſen, die phyſiſchen Vorſtellungen Kepler's in möglichſter Einheit mit folgenden ſechs Sätzen zuſammenfaſſen zu können, wovon die zwei erſten die formellen, die zwei folgenden die materiellen Momente von Seiten der Sonne, die zwei letzten endlich die materiellen Momente von Seiten der Planeten darſtellen.

Die formellen Sätze ſind: 1) Die bewegende Kraft nimmt ab mit zunehmender Entfernung vom Centralkörper; wegen dieſer Abhängigkeit von der Entfernung muß dieſer ſelbſt, d. h. die Sonne, die Quelle der bewegenden Kraft ſein, und die Abnahme iſt ſo, daß die Kraft der Entfernung ſelbſt umgekehrt proportionirt iſt. Letzteres war eine irrige Uebertragung der zunächſt nur für die Apſiden geltenden Beziehung zwiſchen Abſtand und Geſchwindigkeit auf die Kraft, oder es iſt eigentlich dieſes Geſchwindigkeitsgeſetz ſelbſt, da ſich für Kepler die Begriffe von Kraft und Geſchwindigkeit ſo wenig geſondert haben, als die von Centralkraft und Seitenimpuls. — 2) Die bewegende Kraft iſt ein immaterieller Ausfluß aus der Sonne, der Ausfluß einer „species immateriata corporis solaris“ nach Art des Lichtes, aber mit dem Unterſchied, daß während das Licht

über Kugelflächen sich ausbreitet, die bewegende Kraft in Kreise und zwar nach einer einzigen Weltgegend, West-Ost, ausströmt; überdieß muß sie, da sie Umläufe hervorbringt, selbst im Umlauf begriffen sein, so daß also die Sonne dem Thierkreis entlang im Sinne der Planetenbewegung von Strömen der von ihr ausgeflossenen Bewegkraft umkreist ist[1]).

Kepler war hier nahe daran, auch das Gesetz vom umgekehrten Quadrat der Entfernung für die Abnahme der Sonnenkraft auszusprechen, obwohl ihn auch dieß, bei dem Mangel der Dynamik, so wenig gefördert hätte, als seine richtigen Ansichten über die Schwere. Was ihm das richtige Gesetz der Abnahme verschloß, war die bei dem ersten Punkt angeführte Verwechslung von Kraft und Geschwindigkeit. Er hatte nämlich in der optischen Astronomie gezeigt, daß das Licht in dem Maß, als es sich bei größerer Entfernung von der Quelle über größere Kugelflächen ausbreitet, nach deren Verhältniß, d. h. nach dem Verhältniß des Entfernungsquadrates schwächer sei. Bei der ebenfalls von der Sonne ausgehenden bewegenden Kraft war ähnlich zu schließen, wie zuerst Halley ausführte (vgl. Einleitung, 3), aber wegen des Geschwindigkeitsgesetzes[2]) mußte ihm die einfache *Ent-*

[1]) Wenn nun Kepler nicht nur sagt, die den Planeten bewegende Kraft sei im Kreisen begriffen („gyrari"), sondern wenn er anderswo von ihr selbst den Ausdruck „Wirbel" braucht (speciem motus circumire instar fluminis seu vorticis); wenn er gar so sich ausspricht, die von der Sonne ausgehende Kraft sei ein reißender Strom („torrens"), welcher alle Planeten, ja vielleicht auch den gesammten Aether von West nach Ost mit sich fortreißt: so streift dieß ganz nahe an die Carteſiſchen Wirbel, weßhalb wir schon in der Einleitung der Ansicht von Whewell beigepflichtet haben, die Wirbellehre des folgenden Zeitalters sei nur die weitere Ausbildung einer Keplerſchen Vorſtellung.

[2]) Nämlich in der mangelhaften Form, in welcher er zuerst sein zweites Gesetz ausgesprochen hat (vgl. Nr. 2 am Schluß und Nr. 1, Note 5).

fernung herauskommen; eine Schwierigkeit, die er recht wohl fühlte (der Umstand habe ihm viele „trepidationes“ erregt) und auf die erwähnte Art beseitigte, daß die bewegende Kraft nur in Kreise ausströme, welche sich wie die Halbmesser d. h. wie die Entfernungen verhalten, womit sich dann bei dem ähnlichen Schluß („quanto collectior virtus in angustiore circulo, tanto fortior“) das unrichtige Gesetz ergab [3]).

Die materiellen Sätze über das Wesen der Sonnenkraft sind diese: 3) Die Kreisung der bewegenden Kraft kann nur von einer Achsendrehung der Sonne herrühren („Corpus Solis in spatio suo converti“), an welcher dann die von ihr ausfließende Bewegkraft Theil nimmt, und deren Hauptumschwungkreis (Aequator) die Lage des Thierkreises haben muß und dessen natürliche Ursache ist. Wir wissen schon, daß Kepler diesen damals rein theoretisch gefaßten Gedanken von einer Achsendrehung der Sonne später selbst noch durch die Sonnenflecken bestätigt fand, welche seine anfängliche Meinung von der Dauer der Sonnendrehung zu berichtigen hatte. Ueber diese hatte er sich nämlich bedeutend getäuscht, während er über die Richtung dieser Bewegung sehr richtig geurtheilt hatte, daß nämlich der Sonnenäquator in der Zone des Thierkreises sich befinden müsse [4]). —

---

[3]) Ueberhaupt machte ihm die Analogie mit dem Licht und das Verhältniß zum Licht viel zu schaffen, und er erhebt allerhand seltsame Fragen, z. B. wie eine „species immateriata“ überhaupt einer Größenbestimmung fähig sein könne? wie es sich vereinigen lasse, daß die bewegende Kraft (die „vis animalis“) im Raum sich ausbreite und doch nirgends sei als in dem bewegten Körper? ob Zwischenstellung von Körpern, welche Lichtentziehung verursache, nicht auch Entziehung der bewegenden Kraft zur Folge haben sollte? u. s. w.

[4]) Verfehlt war dabei nur, daß er ihn geradezu mit der Ekliptik zusammenfallen ließ, mit welcher er vielmehr einen Winkel von $7^{7}/_{2}$ Grad macht. Hinsichtlich der Dauer aber, die in Wirklichkeit $25^{1}/_{2}$ Tage beträgt, schloß er so, wie folgt. Da die von der Sonnendrehung herrührenden Umlaufszeiten der Planeten um so kleiner sind, je näher

4) Da, vermöge der Entdeckung des Erdmagnetismus durch den Engländer Gilbert (wovon im Abschnitt I die Rede war), die Erde ein thatsächliches Beispiel von einem magnetischen Weltkörper ist, und da die magnetische Kraft auch durch bloßes Richtunggeben, wie die Magnetnadel zeigt, sich äußert (was er später nöthig hat), so ist ohne Zweifel auch die Sonne ein magnetischer Körper. Wenn aber dem Magneten „geradlinige Fibern" zuzuschreiben sind, denen parallel er die Magnetnadel richtet, so muß der magnetische Körper der Sonne „kreisförmige" Fibern haben in der durch den Thierkreis angezeigten Richtung, und vermöge seiner Achsendrehung kreist auch in derselben Zeit die von ihm ausfließende magnetische Kraft („defluxus ille speciei a fibris Solis magneticis in eam plagam circumporrectis, quae monstratur a Zodiaco").

Weit entfernt aber, mit der bisher entwickelten Maschinerie auszureichen, bedarf Kepler noch zweier Sätze über das Verhalten der Planeten: 5) Da die Umlaufszeiten der Planeten mit der Entfernung zunehmen, während nach dem Vorhergehenden die Sonnenkraft selbst überall im Raum einerlei Umlaufsgeschwindigkeit hat, so kann die Ursache bloß in der zu bewegenden Masse der Planeten liegen, die von Natur zur Ruhe geneigt, der Geschwindigkeit nach Verhältniß ihrer Größe widerstrebt [5]). An sich, meint Kepler, komme

---

diese der Sonne stehen, so muß sie bedeutend kleiner sein als die des nächsten Planeten oder weniger als drei Monate betragen; da ferner die Halbmesser der Sonne und der Mercurbahn sich, wie er meint, nahezu verhalten wie die Halbmesser der Erde und der Mondbahn, so möge dasselbe Verhältniß statt finden zwischen den Zeiten, mithin die Achsendrehung der Sonne in ungefähr drei Tagen erfolgen, als dem 30. Theil von Mercurs Umlaufszeit.

[5]) Deßhalb setzt Kepler in der „Weltharmonik" die Massen den Umlaufszeiten proportionirt, wie schon oben erwähnt worden ist. Uebrigens ist er davon, wie er im „Epitome" ausführt, durch die eigenen und des Remus Beobachtungen der Durchmesser zurückgekommen, aber nur um andere dogmatische Annahmen über die Ver-

der ausströmenden Kraft, als einem Immateriellen, unendliche Geschwindigkeit zu, wie dem Licht[6]), allein dieses habe bloß mit den Oberflächen der Körper zu thun, jene dagegen mit ihrer ganzen Räumlichkeit und Körperlichkeit; dadurch aber komme eben Masse und Widerstand ins Spiel, schon bei dem Sonnenkörper, durch welchen sie allererst ins Kreisen versetzt werde. — 6) Da endlich jeder Planet seine Entfernung von der Sonne und seine Lage gegen den Sonnenäquator (d. h. nach Kepler gegen die Ekliptik) ändert, während unter dem Einfluß der kreisenden Sonnenkraft alle Planeten Kreise in der letzteren Ebene beschreiben müßten, so müssen auch alle Planeten magnetisch sein: so daß nämlich die gemeinschaftliche Ursache von der Aenderung der Entfernungen und von den Ausweichungen aus der Ekliptik (den „Breiten") in magnetischen Anziehungen und Abstoßungen zwischen der Sonne und den Sternen einerseits und zwischen gewissen Achsen in den Planeten anderseits liegt. Die Rotationspole der Planeten nämlich (auf welche er die Achsendrehung mit richtigem Takt ausdehnt), deren Achsen gegen die Bahnebenen und den Sonnenäquator schief stehen, und bei dem Umlauf sich parallel bleiben, so daß bald der Nordpol bald der Südpol der Sonne zugekehrt ist (Alles nach Analogie der Erde angenommen), sind entgegengesetzte Pole großer Magnete, wovon der eine die Sonne flieht, der andere nach ihr strebt[7]). Außerdem hat aber jeder Planet

---

hältnisse der Planeten nach Größe und Dichte zu machen, wonach z. B. Saturn gegen 10 mal größer und über 3 mal dünner, Jupiter über 5 mal größer und über 2 mal dünner sein soll als die Erde u. s. w. Das Dogmatische besteht darin, daß die Größen nach einem bestimmten Verhältniß zunehmen, die Dichten aber abnehmen sollen, von innen nach außen oder von der Sonne zum Saturn.

[6]) Die Geschwindigkeit des Lichtes war damals noch nicht entdeckt; dieß geschah erst 1675 durch den dänischen Astronomen Römer.

[7]) Hiebei kam ihm das annähernde, aber nur zufällige, Zusammentreffen der Solstitien mit den Apsiden bei der Erde zu statten, welches

noch eine zweite magnetische Achse, welche von den Fixsternen gerichtet wird wie eine Magnetnadel, gleichsam ihre Bahnachse, wodurch die Neigung der Bahn gegen die Ekliptik und die Breite des Planeten bestimmt wird.

Bei dem vierten Satz könnte man noch denken, „Magnetismus" solle nur ein anderer Ausdruck für Anziehung sein, aus dem sechsten aber geht schlagend hervor, daß Kepler wirklich den Magnetismus meint, oder wenigstens eine dem Magnetismus analoge Polarkraft, welche sich nicht nur durch Anziehung, sondern auch durch Abstoßung äußert (Polarität), sowie als bloße Richtkraft (wie der Erdmagnetismus bei der Magnetnadel) zum Vorschein kommt. Licht, Wärme, Magnetismus, sowie bewegende Kraft an und für sich [8]), sind ihm immaterielle (imponderable) Agentien („species immateriatae", „facultates animales" und wie er sich sonst ausdrückt). Und wenn er zuerst nur allgemein und formell von dem immateriellen Etwas spricht, das von der Sonne in jenen „Kraftkreisen" ausgehe, diese Kraftkreise aber für sich, in dieser Unbestimmtheit, zu einem System auszubilden der Wirbellehre überläßt: so forscht er, zum Behuf seiner Himmelsphysik, wieder nach dem Wesen derselben, als einer bestimmten Naturkraft, und specificirt sie in dem Magnetismus; denn da die Erde selbst ein großer Magnet sei, so sei hiedurch überhaupt das Vorhandensein von Magneten im Weltraum nachgewiesen.

Wie gesagt, es ist schwer, alles das zusammenzubegreifen, zumal da, wenigstens bei Erde und Mond, auch noch die

---

er gleichfalls auf die Planeten als eine wesentliche Eigenschaft ausdehnte. Bei dem Sommersolstiz am 21. Juni ist nämlich der Nordpol der Erdachse der Sonne am meisten zugekehrt und ungefähr am 27. Juni fand damals das Aphel statt, also, schließt Kepler, das Maximum der magnetischen Abstoßung; das Gegentheil findet dann bei dem Wintersolstiz am 21. December und Perihel am 28. December statt.

[8]) Z. B. auch das, was dem geworfenen Stein von der Hand mitgetheilt wird.

Schwerkraft vorhanden ist und damit die Schwierigkeit, daß dieselbe ohne allen Einfluß auf den Umlauf des Mondes sein soll. Allein der Scharfsinn der Combinationen und die Gründlichkeit in Berücksichtigung aller wesentlichen Merkmale leuchtet auch hier hervor. Dazu kommt, daß er bei der Frage nach der Ursache der Seitengeschwindigkeiten, obgleich sie sich ihm von der anderen nicht sonderte, in jener allgemeinen Achsendrehung des Sonnensystems, die er andeutet und mit der Thierkreiszone, sofern dieser sämmtliche Planeten angehören, in Verbindung bringt[9]), das Richtige ahnte mit jenem genialen Instinct, welcher ihn eben hier in den Achsendrehungen der Weltkörper, und namentlich der Sonne, ein Wirkliches voraussagen ließ.

Daß unserem Kepler solche „kosmische Ahnungen" auch in Bezug auf die Fixsternwelt zugeschrieben werden, ist nicht richtig und beruht auf leicht nachweisbaren Mißverständnissen einiger Stellen in seiner „Copernicanischen Astronomie". Wenn Humboldt Kepler den Satz zuschreibt, „alle Fixsterne sind Sonnen, wie die unsrige von Planetensystemen umgeben", so ist dieß vielmehr ein Satz von Giordano Bruno, welchen Kepler anführt, aber keineswegs annimmt, wie Apelt gegen den Kosmos bemerkt[1]). Wenn

---

[9]) Freilich irrthümlich, es fehlte noch in der erst von Huyghens ins Licht gesetzten Schwungkraft das rechte Verbindungsglied. Vgl. was in der Einleitung über die Kant-Laplacesche kosmogonische Hypothese bemerkt worden ist.

[1]) Kosmos II. S. 305; Apelt Kepler's astronomische Weltansicht S. 21. Kepler läßt den Bruno sagen: „Die Fixsternwelt scheint unbegränzt zu sein und unsere Sonne wird nichts anderes sein als einer von den Sternen, den wir wegen seiner Nähe größer und heller sehen, auch kann um jeden derselben eine solche „Welt" existiren, wie um unsere Sonne". Vgl. auch Einleitung, 1. — Uebrigens nimmt Humboldt, mit Beziehung auf Apelt, im dritten Bande des Kosmos obige Behauptung zurück.

Humboldt ferner sagt, über die relativen Entfernungen der Sterne verschiedener Ordnung, wie die dritter Größe wahrscheinlich dreifach entfernter sind, und wie man sich die körperliche Gestaltung der „Sternschichten" vorzustellen habe, finde sich eine merkwürdige Stelle in demselben Buche Keplers, so beruht dieß auf oberflächlicher Betrachtung und Mißverständniß [2]). Denn das erste führt Kepler als eine Ansicht an, aber nur um sie zu widerlegen und zu dem Schluß zu gelangen, daß die Sterne in nicht sehr ungleichen Entfernungen von uns sich befinden. Was aber die Milchstraße betrifft, so gleicht das in Note 2 angeführte Räsonnement Keplers allerdings demjenigen, wornach man heutzutage anschaulich macht, daß die Milchstraße gewissermaßen ein „Nebelfleck" sei, in dessen Innerem wir uns befinden, um darauf die seit W. Herschel gangbare Ansicht von „unserem Sternsystem" oder der „Sternschicht der Milchstraße" zu gründen. Allein mit dieser Ansicht vom „Bau des Himmels" darf man wohl auf Kant, wegen seiner „systematischen Verfassung unter den Fixsternen" (in der Naturgeschichte des Himmels), keineswegs aber auf Kepler zurückgehen, welcher nur zeigen will, daß die Sonne mit ihrer Planetenwelt im Mittelpunkt der Fixsternsphäre und der da-

---

[2]) Kosmos I. S. 388. Es geht dieß schon daraus hervor, daß die von Humboldt citirte „Stelle" aus verschiedenen Stellen des ersten Buches vom „Epitome" zusammengesetzt ist; sie beginnt mit der in Note 1 als Worte Brunos bezeichneten Stelle, und reiht unmittelbar daran die späteren Worte Keplers über die Milchstraße an: „Wenn man sich die Erde um einen Halbmesser der Milchstraße seitwärts gestellt denke, so würde sie als ein kleiner Kreis oder Oval erscheinen und auf einmal sichtbar sein, während man jetzt bloß ihre Hälfte sehe; denke man sich aber die Erde in der Ebene der Milchstraße, aber nahe ihrem Umfang, so würde dieser Theil sehr breit, der entgegengesetzte aber sehr schmal erscheinen; also befinden sich an der inneren Gränzfläche der Fixsternsphäre nicht nur die rund herum vertheilten Fixsterne, sondern auch die Milchstraße".

mit concentrischen Milchstraße stehen, durch welche eben der „Hohlraum", in welchem wir uns befinden, vor allen anderen Räumen in der Fixsternwelt ausgezeichnet sei.

Denn Kepler's wirkliche Vorstellnng vom Bau der Welt ist kurz diese. Die Welt ist begränzt, und zwar sphärisch begränzt, und besteht wesentlich aus drei Theilen (als Abbild der Dreieinigkeit): dem Beweger im Centrum, dem Unbewegten in der Gränzsphäre und dem Zwischenraum, wo das Bewegliche weilt. Im Mittelpunkt der Welt steht nämlich die Sonne, welche, ohne ihren Ort zu verändern, nur in Umdrehung begriffen ist und von welcher hiedurch alle Bewegung ausgeht, zugleich Licht, Wärme und Harmonie. Die sphärische Hülle der Welt ist die Fixsternsphäre, die eine Kugelschale bildet, gleichsam eine feste Gränzmauer (Firmament, „crystallinus orbis supercoelestis"); innerhalb derselben befinden sich rund herum die Fixsterne in verschiedenen Entfernungen nach ihrem Größenrang, so daß, wenn sie alle an die Gränzfläche hinausgerückt würden, dieselbe von den sich berührenden Sternkugeln ganz bedeckt wäre. Der hohle Zwischenraum ist vom Aether („aura aetherea") erfüllt, in welchem (nämlich in seinem inneren Theil) die Planeten sich bewegen, und aus welchem die Kometen wie Wolken oder Meteore sich bilden [3]). Nimmt man den Halbmesser der Sonne zur Einheit, so beträgt der Halbmesser der Saturnbahn oder der Sphäre des Beweglichen 2000, und der Halbmesser der Fixsternsphäre oder des Aetherraumes, „als dritte Proportionale zu den beiden vorigen", 4000000 Sonnenhalbmesser, welcher etwas über 15 mal größer ist als der Erdhalbmesser [4]). Da nun (nach dem Princip

[3]) Aber auch neue Sterne, wie der von 1604, obgleich er in die Region der Fixen gehört, wie Kepler in der Schrift „de Stella nova" ausführt.

[4]) Nach der anderwärts als „plausibel" nachgewiesenen Proportion, daß der Erdkörper so oft im Sonnenkörper enthalten sei, als der Erd-

der Trinität, deren Abbild sie sind) anzunehmen ist, daß jeder der drei Theile der Welt gleichviel Materie enthalte, und daß die Dichte der „Welthülle" die mittlere Proportionale sei zwischen den Dichten der beiden anderen Theile, derjenigen der Sonne und derjenigen des Aethers (als den beiden Extremen in der Dichte): so ergibt sich für die Dicke des Firmaments oder der Welthülle nur etwas über zwei deutsche Meilen, während, wenn man ihre Masse in eine Kugel zusammengeballt denkt, deren Halbmesser 2000 mal größer wäre als derjenige der Sonne[5]). Daß Kepler Zahlen für solche Dinge zu ermitteln sucht, wo ihm die Erfahrung schlechthin verschlossen war (was für damals auch von den Massen und Dichten der Planeten gilt), wo also nur speculative Annahmen zu Grunde gelegt werden können: darin zeigt sich bei ihm, wie treffend bemerkt worden ist, der dogmatische Hang des Zeitalters.

Nachdem wir nun Kepler in dem Gang seiner astronomischen Forschung, durch seine lichtvollen Inductionen, seine Irrgänge auf dem physischen Boden, seine genialen Ahnungen, begleitet haben: blicken wir auf sein weltgeschichtliches Werk zurück, welches wie der felsenaufgesetzte Leuchtthurm dasteht in dem wogenden Meer seiner Vorstellungen. Seine weltgeschichtliche Bedeutung beruht zunächst auf der Aufstellung der drei Gesetze, deren Entstehung wir jetzt im Detail zugesehen haben; denn damit

---

halbmesser in der Entfernung beider Mittelpunkte, welche letztere wiederum nach dem scheinbaren Durchmesser der Sonne (d. h. ½ Grad) zu etwas über 229 Sonnenhalbmesser berechnet wird.

[5]) Aber wie stimmt dieß, wornach die Dichte des Firmaments 2000 mäl geringer wäre als die der Sonne, zu dem „orbis fixarum aqueus, vitreus vel crystallinus", gegenüber dem „corpus Solis totum aureum" und dem „spatium interius aëre plenum"? Hier scheint Kepler die Klarheit abhanden gekommen zu sein, die er sonst auch in den bloßen Speculationen bewahrt. Diese Betrachtungen stehen am Schluß des 1. Theils vom 4. Buch des „Epitome".

hat er in jenem Zeitalter, wo die Astronomie selbst weltgeschichtlich in die Entwickelung des menschlichen Geistes eingreift, eine der Hauptrollen, und zwar die des Mittelactes, gespielt, die Terze des großen Dreiklanges: Copernicus-Kepler-Newton. Aber dieß ist nur das eine, das objective oder materielle Moment in seiner Mission; es kommt dazu das formelle, daß Kepler es war, welcher, zuerst unter allen Menschen, den Himmel in den Bereich physischer Forschung gezogen hat. Wenn Sokrates die Philosophie vom Himmel auf die Erde verpflanzt hat: so hat Kepler die Physik von der Erde an den Himmel gezogen[6]). In der That, wie sehr er mit seiner Himmelsphysik gegen seinen Nachfolger zurücksteht, die Idee einer Himmelsphysik ist von ihm, und er hat die Aufgabe der Astronomie mit ursprünglicher Kraft in einer Höhe erfaßt, wie sie sofort allen Zeiten vorlag und nach den ungelösten Bestandtheilen noch jetzt vorliegt. Man weiß in der That nicht, wo Kepler größer ist: da wo er, ein Hannibal bei Cannä, siegreich den Tychonischen Beobachtungen seine Gesetze abzwingt, oder wo er, ein Hannibal vor den Thoren, erfolglos an den Pforten der Himmelsmechanik stürmt. An was denkt er nicht Alles, was ahnt er nicht Alles? Sein im Erfinden unerschöpflicher Geist streut Ideen aus, woraus Andere Systeme bereiten, sein ahnungsvoller Tiefblick sieht Thatsachen voraus, die erst später an die Tagesordnung kamen.

Ja fürwahr! er ist ein Held der Menschengeschichte, und er hatte das Bewußtsein davon, und seine Zeit war darauf berechnet. Denn wenn Keplers äußeres Leben, so sehr wir in manchen Nöthen desselben mit Bestimmtheit sehen, wie sie ihn seinem Ziel entgegenführten,

---

[6]) Diese Vergleichung ist aus dem Abdruck meines Programms in Noacks Jahrbüchern 1848, nicht aus der Einleitung von Gruners Leben Keplers 1868.

im Ganzen als Kampf gegen eine widerstrebende Wirklichkeit erscheint: so leuchtet seine innere Stellung in der Geschichte des menschlichen Geistes uns als eine wahrhaft organische entgegen; und wenn sein Sieg über alle jene Widerwärtigkeiten uns die ewige Wahrheit zu Gemüth führt, daß der Genius die tiefste und unwiderstehlichste Macht ist, die es gibt, so befestigt uns das innere organische Verhältniß jener Männer in dem Glauben an die fortschreitende geistige Entwicklung der Menschheit.

Dritter Theil oder Schlußbetrachtung.

Dreihundert Jahre nach Kepler's Geburt.

Wenn heut sein Geist herniederstiege! — Wie würde der deutsche Mann sich mit uns des erneuerten deutschen Reiches freuen und des wiedergewonnenen Straßburgs, wo ihm sein Bernegger lebte! Wie würde der Feind der geistlichen Anmaßung, über die Berge hinüberblickend, des eigenen Ausspruchs sich erinnern: „Was hält den römischen Stuhl mehr zurück, der Wahrheit Raum zu geben, als daß er den Schein der Irrthumslosigkeit haben will?“[1]) Wie würde der Freund der objectiven Wahrheit sein Wort: „Heiliger ist mir die Wahrheit“, das er den Kirchenvätern entgegenhielt, nun auch der Bibel gegenüber geltend machen, wenn er das Resultat der historischen Forschung vor sich hätte, daß die neutestamentlichen Schriften neben denen der ältesten Kirchenväter herlaufen und zusammen die altchristliche Literatur der zwei ersten Jahrhunderte bilden?[2]) Wie würde der

[1]) In einem Brief an Hasenreffer vom Jahr 1610.

[2]) Vom Apostel Paulus bis zum Osterstreit (190) und zum Auftreten der ersten Gnostiker.

universelle Gelehrte in den heutigen Stand aller jener Wissenschaften sich vertiefen, in welchen er einst bewandert, groß, welthistorisch war?

Ja dürfte er nicht auf die deutsche Astronomie des neunzehnten Jahrhunderts mit einem ähnlichen Bewußtsein blicken, wie jener im Kyffhäuser, —

dem die Furcht der Welschen
Von seinem Bart den Namen lieh, —

auf das neue deutsche Reich. Denn nachdem die deutsche Astronomie in dem langen Zeitraum von Purbach und Regiomontan bis auf Kepler an der Spitze gestanden hatte, verlegte sie, wie wir schon aus der Einleitnng wissen, ihre Residenz nach England, vor Allem durch Newton, sowie durch Flamstead und Halley, weiterhin durch Bradley, zuletzt durch W. Herschel, zwar einen Deutschen, der aber seine außerordentlichen Wahrnehmungen am Himmel in England gemacht hat und Engländer geworden ist. Indessen muß, gleichzeitig mit letzterem, ja schon etwas länger her, England mit Frankreich den astronomischen Primat theilen, besonders durch Lalande, und ihn sofort ganz an Frankreich abtreten, durch dessen große Mathematiker, Laplace mit der „Himmelsmechanik" an der Spitze. Nachdem aber noch im vorigen Jahrhundert durch Herschel und (von mathematischer Seite) durch Euler Deutschland sich wieder mächtig geregt hatte, ist im laufenden Jahrhundert der astronomische Primat auf das Entschiedenste nach Deutschland zurückgekehrt. Es liegt unserem Thema: „Kepler und die Astronomie" nicht fern, dieß nach den Hauptpunkten kurz zu beleuchten, bevor wir zu dem übergehen, was wir Kepler persönlich zu bieten haben, — wenn heut sein Geist herniederstiege!

1. Der abermalige astronomische Primat Deutschlands im 19. Jahrhundert.

„Lateritiam accepit, marmoream reliquit“ [1]), sagte W. Herschels Sohn, der mittlerweile ganz zum Engländer gewordene John Herschel, selbst ein bedeutender Astronom, von Bessel hinsichtlich der Astronomie. Dieß bezieht sich vornehmlich auf das große Werk dieses größten Astronomen der Neuzeit, womit er allen weiteren Forschungen, zunächst in der Fixsternwelt, mittelbar aber auch allen anderen, eine neue Grundlage gab durch die umfassende Vergleichung seiner eigenen Fixstern-Beobachtungen mit den Bradleyischen im vorigen Jahrhundert. Die Arbeit hat mit den 1818 herausgegebenen „Grundlagen der Astronomie für 1755 aus Bradley's Beobachtungen“ begonnen und mit den 1830 erschienenen „Königsberger Tafeln zur Reduction der astronomischen Beobachtungen von 1750 bis 1850“ geschlossen, begleitet von den „Königsberger Beobachtungen“, welche die Jahrgänge 1815 bis 1844 umfassen. Daß diese „Richtigstellung des Himmels“ auch für die Planetenentdeckungen der neueren Zeit eine wesentliche Grundlage war, erhellt schon daraus, daß, nachdem die vier hellsten der Planetoide zwischen Mars und Jupiter in den Jahren 1801 bis 1807 entdeckt worden waren, die Fortsetzung erst seit 1845 gefolgt ist, und daß seitdem die Planetoidenentdeckungen „gemein geworden sind wie Brombeeren“; daß ferner die wirkliche Auffindung des von Bessel schon 1840 angekündigten, zuerst aber 1846 von Leverrier aus den Störungen des Uranus berechneten Neptun in Paris nicht, wohl aber in Berlin gelungen ist, weil hier das dazu erforderliche Blatt der Sternkartensammlung eben in der Herausgabe begriffen

[1]) Der bekannte antike Ausspruch über Kaiser Augustus in Beziehung auf die Stadt Rom, aus Ziegeln habe er sie übernommen, aus Marmor hinterlassen.

war, welche die Berliner Akademie auf Anregung von Bessel und auf den Grund jener „Richtigstellung des Himmels" veranstaltet hatte.

Die wichtigsten Aufschlüsse, welche die neuere Astronomie anstrebt, sind aber in der Fixsternwelt als solcher zu holen, welche, wie wir am Schluß des zweiten Theils gesehen haben, zu Keplers Zeit unbeweglich und starr, sozusagen noch fast ganz hinter den Coulissen der Astronomie, an den unnahbaren „Gränzen der Welt" lag. Wir können auf die dießfalsigen Fragen und ihre theilweise Beantwortung nicht näher eingehen: auf die eigenen und scheinbaren, insbesondere die parallaktischen, Sternbewegungen (aus welchen auf die Bewegung der Sonne zu schließen war), sowie unter jenen auf die absoluten und relativen (aus welchen besondere Systeme, Doppelsternverbände, sich ergaben), auf die Entfernungen einzelner Sterne und die Massen einzelner Doppelsterne u. s. w. Wir bemerken nur noch zweierlei, einmal, was Bessel selbst hier leistete. Wir können es kurz bezeichnen, das eine als die erste entschiedene Bresche in die Festung der Sterne, welche von Bessel durch die Bestimmung des Abstands und der Masse des Sterns Nr. 61 im Schwanen gemacht worden ist, populär ausgedrückt des „Besselschen Schwanensterns", — das andere als eine Art von Wiederholung des Neptunhergangs in der Sternenwelt, indem Bessel aus relativen Bewegungen des Sirius auf einen bisher nicht gesehenen Begleitstern desselben schloß und über der begonnenen Berechnung dieses berühmten „Siriusbegleiters" starb.[1]) Alsdann sind wenigstens einige der zahlreichen Astronomen zu nennen, welche in Deutschland aufblühten, theils als Zeitgenossen Besselš, theils als Nachfolger und Schüler von jenen, wie von ihm selbst; unter jenen: Olbers, Hansen, Argelander, Schumacher, Struve der

[1]) Die Berechnung ist durchgeführt worden von Peters und aufs neue von Auwers; der sehr lichtschwache Stern aber ist zu Anfang der Sechziger Jahre zuerst in Nordamerika gesehen worden.

ältere[3]), Encke, Mädler, Peters (in Altona), Littrow; unter diesen: Struve der jüngere, Förster, Auwers, Bruhns, J. Zech, Schönfeld, Zöllner und viele andere. Die Menge der bedeutenden astronomischen Kräfte in Deutschland ist schon an sich sehr bezeichnend; und die jüngst hier gegründete „astronomische Gesellschaft" verbreitet sich von ihrem deutschen Mittelpunkt aus über ganz Europa.

Dieß ist das erste sozusagen rein astronomische Moment; das zweite ist das mathematische: daß nämlich der größte Mathematiker des 19. Jahrhunderts, unser Gauß, auch selbst Astronom, der Astronomie einige seiner bedeutendsten Arbeiten gewidmet hat. Wie die eben gepriesene Menge unserer neueren Fachastronomen zum Theil durch die wachsende Menge der Planetoide, vermöge des Princips von der Theilung der Arbeit, hervorgerufen worden ist: so wurde die mathematische Riesenkraft von Gauß für die Astronomie gewonnen durch das erstentdeckte Planetoid Ceres. Die Aufgabe, die Entdeckung der Ceres zu erhalten, erforderte die Bestimmung ihrer Bahn aus dem kleinen von ihrem Entdecker Piazzi zu Palermo beobachteten Stück der Bahn; eine mathematische Aufgabe, der nur ein mathematisches Genie ersten Rangs gewachsen war. So entstand das unsterbliche Werk von Gauß über die „Theorie der Bewegung der die Sonne in Kegelschnitten umwandelnden Himmelskörper", von welchem früher schon ein paarmal die Rede war. Ein zweites Geschenk, welches Gauß der Astronomie machte, war die „Methode der kleinsten Quadrate", oder die Anweisung, aus einer Fülle von Beobachtungen die möglichst genauen Werthe von Größen herzuleiten, die von jenen Beobachtungen abhängen. Ein drittes sind seine Additions- und Subtractionslogarithmen, ein viertes kleineres seine Analogien für das sphärische Dreieck. Als fünftes endlich kann die von

[3]) Zwar, wie sein Sohn, in Rußland, an der Sternwarte zu Pulkowa, thätig gewesen, aber ein Deutscher; auch Mädler war längere Zeit in Dorpat thätig.

Gauß aus Gelegenheit seiner erdmagnetischen Studien — er wird ja der „Newton des Erdmagnetismus" genannt — aufgestellte „Potential-Theorie" erwähnt, aber hier nicht erklärt werden, welche auch in der Himmelsmechanik ihre Rolle spielt. Daß andere unserer großen neueren Mathematiker, deren Anzahl mit derjenigen der eigentlichen Astronomen wetteifert, die astronomische Störungsrechnung mit neuen Kunstgriffen und Methoden bereichert haben, voran C. G. J. Jacobi, mag von der mathematischen Seite schließlich bemerkt werden.

Das dritte Moment ist das technische. Der in Theorie und Praxis große Optiker Fraunhofer hat, im Verein mit mechanischen Technikern, München zu einer großartigen Werkstätte gemacht, aus welcher Fraunhofer'sche „Refractoren" und Reichenbachische „Meridianinstrumente" in alle Welt ausgingen und den bisher an der Spitze gestandenen englischen Apparaten eine fast überbietende Concurrenz machten. Hierin ist Berlin nachgefolgt, schon seit geraumer Zeit überhaupt die erste Stadt Deutschlands in feiner und grober Industrie. Solche Instrumente und die Astronomen aus Bessels Schule waren ja für einander bestimmt.

Das vierte Moment ist die Einführung der Chemie in die Astronomie, oder, allgemein zu sprechen, das physikalisch-chemische. Nachdem durch die Anwendung des Gravitationsprincips auf die Doppelsterne durch deutsche und andere Astronomen die Einheit der Kraft im Weltall constatirt war, hat die neueste Zeit auch die Einheit des Stoffs zum Bewußtsein gebracht. Es ist ein ganz neuer Zweig der Astronomie entstanden, welcher die Weltkörper chemisch untersucht mittelst der „Spectralanalyse." Diese aber ist die große Entdeckung des deutschen Physikers Kirchhoff und von demselben auch sogleich auf die chemische Untersuchung der Sonne („Solaranalyse") angewendet worden, welcher die „Stellaranalyse" auf dem Fuße gefolgt ist. Auch dieser ebenso überraschende als folgenreiche Fortschritt der Astronomie schließt

sich zunächst an optische Wahrnehmungen an, wie ja überhaupt stets Astronomie und Optik Hand in Hand gegangen sind, was wir am schlagendsten eben im Keplerschen Zeitalter sahen. Das prismatische Farbenbild („Spectrum") mit seinen hellen Streifen oder dunkeln (Frauenhoferschen)[4] Linien ist es, wodurch es möglich geworden ist, das Vorhandensein bestimmter chemischer Stoffe in den Weltkörpern nachzuweisen, die Sterne nach ihrer chemischen Constitution zu classificiren, Sternhaufen von eigentlichen Nebelflecken zu unterscheiden, ja auch Schlüsse auf Bewegungen der Sterne zu machen. Die Mehrzahl dieser spectroscopischen Resultate ist, wie es scheint, außerhalb Deutschlands zu Stande gekommen, aber Princip und Grundlage ist von Deutschland ausgegangen; und der neueste Aufschwung in dieser Sache, welcher selbst auf Sternentfernungen speculirt, rührt von unserem Zöllner her.

Ueberhaupt ist der astronomische Primat Deutschlands gewiß nicht so zu verstehen, als ob in unserem Jahrhundert außerhalb Deutschlands nichts oder nichts Wesentliches geschehen wäre. Wie dieß für den früheren Primat Deutschlands im Kepler'schen Zeitalter schon durch den einen Namen des Italieners Galiläi recht schlagend nahegelegt wird; wie in den folgenden Zeiten, in welcher wir den astronomischen Primat in England und Frankreich zu suchen haben, immerhin auch gewichtige deutsche Namen auftraten, ein Hevel, ein Tobias Meyer, ein J. H. Schröter, und mittelbar ein Kant, ein Lambert, ein Euler: so werden wir die großen ausländischen Namen aus der Zeit von Deutschlands zweitem Primat nimmermehr übersehen, z. B. in Italien Männer wie Piazzi, Carlini, Donati, Secchi, Schiaparelli; in Frankreich einen Arago, Leverrier,

[4] Auch diese der Spectralanalyse zur Grundlage dienende Entdeckung ist eine deutsche, welche sich an den Namen des großen, schon vorhin in technischer Hinsicht erwähnten, Münchner Optikers knüpft.

Janssen; in England einen John Herschel, Airy, Huggins; je unter vielen anderen. Und um so weniger, als wir jenen französischen Ausspruch „die Chemie ist eine französische Wissenschaft“[5]) nicht nachahmen wollen, wie wir ihn nicht anerkennen, so wenig als jenen anderen Satz von der Seine „das Mittelmeer ist ein französischer See“.

Doch nun zurück zu ihm, zu unserem Jubilar, den wir bewundernd lieben und liebend bewundern, um schließlich zu besprechen:

2. Keplers Gedächtniß im 19ten Jahrhundert.

Nur im Vorbeigehen gedenken wir des Denkmals, welches der Fürstbischof Carl Theodor Dalberg 1808 zu Regensburg unfern dem ursprünglichen Begräbnißplatz Keplers setzen ließ, bestehend in einem Grabstein mit einer die Hauptmomente seines Lebens und seiner Verdienste betreffenden Inschrift, wobei wir das von Kepler selbst hinterlassene Epitaphium in Erinnerung bringen, welches wir der Wortspiele wegen wörtlich lateinisch geben müssen:

„Mensus eram coelos, nunc terrae metior umbras,
Mens coelestis erat, corporis umbra jacet.“

Auch bei der Keplerliteratur der neueren Zeit wollen wir uns nicht aufhalten, da die uns bekannt gewordenen Schriften schon in der Vorrede erwähnt worden sind, und im ganzen Verlauf unserer kleinen Arbeit, sozusagen an Ort

---

[5]) Würtz, ein Straßburger, Professor der Chemie in Paris, in seiner Geschichte der chemischen Theorien seit Lavoisier. Uebrigens wird auch der chemische Primat Frankreichs durch Lavoisier (wie wir den Satz von Würtz auffassen), bestritten von Volhard in München in der Schrift „die Begründung der Chemie durch Lavoisier“; wir glauben, mit Unrecht, denn wenn auch Scheele und Priestley die chemischen Stoffe und Thatsachen entdeckten, worauf Lavoisier das neue chemische System gründete, so stehen sie zu ihm doch etwa im Verhältniß eines Tycho zu Kepler.

und Stelle, Bezugnahme darauf stattgefunden hat, sowie auf die in umfassenderen Schriften über Kepler ausgesprochenen Ansichten und Urtheile. Nur von einer Schrift sei noch eine kurze Meldung gestattet, welche in ihrer Art einzig da steht. Wir meinen den Roman oder die „historische Erzählung" von Julie Burow (Pfannenschmidt), welche Keplers Leben von seiner Geburt bis zur Würde eines kaiserlichen Mathematikers zum Gegenstand hat. Trotz mancher Namensverwechslungen und sonstiger Einzelverstöße gibt der Roman „Johann Kepler" ein ansprechendes Bild von seiner Person und seinen Schicksalen, wobei uns besonders zweierlei angenehm berührt hat. Einmal, daß die Verfasserin die öde Kindheit des Helden durch die Einflüsse zweier edlen Persönlichkeiten belebt und erwärmt, die Tante Apollonia Mellinger und den alten Schullehrer von Elmendingen. Alsdann der durchs Ganze sich hinziehende romantische Faden: eine herrliche Frauengestalt hohen Standes, deren Schönheit nicht nur den Helden, sondern auch die andern Hauptpersonen, je in ihrer Art, fesselt, den Jesuitenpater Fickler, den Erzherzog Ferdinand von Steyermark und den Kaiser Rudolf.

Doch das nur beiläufig; den Hauptgegenstand dieses letzten Abschnittes müssen die zwei großen Denkmale Keplers bilden, welche in neuester Zeit fertig geworden sind. Der 24. Juni 1870 versammelte eine große Menschenmenge in dem kürzlich in Schienenverband gekommenen Weil der Stadt, zu dem Enthüllungsfest des prachtvollen Keplerdenkmals. Längst (seit 1850) projectirt von Weils Einwohnern, reichlich unterstützt durch Beiträge von allen Seiten, insbesondere aus Deutschösterreich, Keplers zweiter Heimath, steht es nun auf dem Marktplatz der Stadt im Angesicht des Keplerhauses, „erfunden und modellirt von A. Kreling, in Erz gegossen von Lenz-Geroldt zu Nürnberg". Kepler ist in Ueberlebensgröße sitzend dargestellt, den linken Arm auf einen Globus gestützt, in der linken

Hand eine Papierrolle mit einer Ellipsenzeichnung, in der Rechten einen Zirkel, das edle Haupt zurückgelehnt, den Blick frei und kühn ins Weltall hinausgerichtet. Das hohe achteckige Piedestal aus rothem Sandstein, Werk des Oberbauraths Egle, hat zwei längere und zwei kürzere glatte Seiten; die vier übrigen sind zu Nischen ausgehölt, wo vier Nebenstatuen stehen: vorn Tycho, der Vorgänger im Amt und Spender des astronomischen Materials, und Mästlin, der persönliche Lehrer und Freund; hinten Jobst Byrg, der befreundete Spender von Logarithmen und Apparaten, und Copernicus, der objective Lehrer und Vorgänger in der Mission[1]). Auf den vier glatten Seiten stehen in Steinschrift die Namen der vier Gebiete von Keplers Wirksamkeit „Astronomia", „Physica", „Optica" und „Mathematica". Unter denselben befinden sich Reliefe in Erz, wovon das erste vordere eine Urania darstellt, die drei andern Kepler in Verbindung mit den drei Zeitgenossen unter jenen vier Männern bringen, je in einer concreten Scene, nämlich mit Mästlin in einem Lehrzimmer zu Tübingen, mit Byrg an einem Fernrohr, mit Tycho in einem Arbeitszimmer zu Prag. Weiterer Details enthalten wir uns billig, da ein Kunstwerk nicht sowohl Beschreibung in Worten als Abbildung erheischt, vor Allem aber selbst gesehen werden will.

Ausführlicher muß uns dagegen das andere Denkmal beschäftigen, hat ja auch seine Herstellung einen ungleich längeren Zeitraum in Anspruch genommen. Denn nicht weniger als ein Dritteljahrhundert beträgt die Zeit,

[1]) Ich gestehe, daß ich mich anfangs an der Anbringung des Copernicus als Nebenfigur gestoßen habe, zumal wenn ich mir folgerichtig auch Kepler als Nebenfigur bei einem Newtondenkmal verwendet dachte. Allein ich muß auch die Berechtigung anerkennen, den Vorgänger aufzufassen als den, auf dessen Schultern der Nachfolger ebenso gut steht, als auf denjenigen seiner unmittelbaren Gehilfen, abgesehen noch davon, daß in unserem Falle Kepler in der That größer dasteht, als Copernicus.

welche Frisch mit wahrhaft keplerischer Beharrlichkeit („plurium annorum pertinaci studio") auf die Herausgabe „der sämmtlichen Werke des Astronomen Johann Kepler" verwendet hat, „von keinem anderen Interesse bei der schwierigen Arbeit geleitet, als von der Bewunderung des wahrhaft großen Mannes". Wir begrüßen darin ein wahres deutsches Nationalwerk mit dankbarer Freude. Es wird am dreihundertjährigen Jubiläum von Keplers Geburt fertig vorliegen; denn, während wir diese Zeilen schreiben, wird das Register zu den acht Bänden gedruckt. Um die Größe, Wichtigkeit und Brauchbarkeit dieser Frischischen Unternehmung nach allen Seiten zu beleuchten, betrachten wir gesondert die vier Punkte: 1) das Neue (bisher Ungedruckte), was die acht Bände von Kepler bringen, oder dessen literarischen Nachlaß; 2) die zweckmäßige Anlage des Ganzen, besonders hinsichtlich des Keplerschen Briefwechsels; 3) die historischen Beigaben des Herausgebers; 4) das Register.

Die Keplerschen Manuscripte, welche die Originalmanuscripte seiner gedruckten Werke (jedoch nicht aller), den literarischen Nachlaß und den Briefwechsel[2]) in 22 folianten-artigen Fascikeln enthalten, wurden vom Sohn, Ludwig Kepler, an den Danziger Astronomen Hevel verkauft. Bei einem Brand, welcher im Jahr 1679 Hevels Bibliothek größtentheils vernichtete, hatten sie das Glück, ganz unversehrt zu bleiben. Längere Zeit nach Hevels Tode (1687) wurden sie, zu Anfang des vorigen Jahrhunderts, von Hevels Schwiegersohn an den geborenen Danziger Hansch (Hanschius), welcher damals zu Leipzig studirte und später Mathematik daselbst lehrte, um 100 Fl. verkauft. Hansch machte aus den Fascikeln förmliche Bände und beabsichtigte, den gesammten Nachlaß sammt den Briefen in einer Prachtaus-

[2]) Kepler pflegte von den eigenen Briefen Abschriften zu nehmen oder nehmen zu lassen, was jedoch nicht immer der Fall war, besonders in seinen früheren Zeiten.

gabe zu veröffentlichen. Allein es erschien, mit Unterstützung des Kaisers Carl VI., nur ein Band, welcher einen großen Theil der Briefe, unter Voraussschickung eines Lebens Keplers, enthält. Drei Bände[3]) der Manuscripte kamen hierauf in die kaiserliche Bibliothek nach Wien; den Rest versetzte Hansch, als das Unternehmen ins Stocken gekommen war, zu Frankfurt a. M. für 828 Fl. Hier blieben sie auch liegen, da er, ohne die Manuscripte wieder einlösen zu können, 1710 zu Wien gestorben war: bis, nachdem 1769 ein Nürnberger Literat, Murr, auf die zu Frankfurt begraben liegenden Schätze aufmerksam gemacht hatte, die russische Kaiserin Katharina II, besonders auf des großen Euler Betrieb, die Manuscripte um 2000 Thaler für die Bibliothek der Petersburger Akademie ankaufen ließ. Die Akademiker Kraft und Lexell sollten daraus eine Auswahl für den Druck treffen; allein die Sache blieb liegen, und die Manuscripte kamen weiterhin an die 1839 errichtete neue Hauptsternwarte zu Pulkowa bei Petersburg, deren Director F. G. W. Struve wurde, nachdem er schon seit 1820 in Petersburg, erst als Adjunct, dann als Director, an der bisherigen Sternwarte gewirkt hatte.

Durch diesen großen Astronomen der Doppelsterne ist es der Beharrlichkeit Frischs endlich gelungen, seit 1847 die lange verborgenen Schätze zu heben. Nach vielen vergeblichen Versuchen hatten die deutschen Naturforscher-Versammlungen Gelegenheit gegeben, die Astronomen, namentlich den Herausgeber der Astronomischen Nachrichten, Schumacher in Altona, für Frischs Unternehmen zu gewinnen, und Schumachers Vermittlung in Pulkowa hatte erfolgreich gewirkt. Zu Frischs Gründlichkeit aber und

[3]) Nämlich einer der die bereits gedruckten Manuscripte enthaltenden Bände und diejenigen zwei von den sechs die Briefe enthaltenden Bänden, deren Inhalt ganz in dem von Hansch 1718 herausgegebenen Folianten „Joannis Kepleri aliorumque Epistolae mutuae“ aufgenommen worden war.

treuer Hingebung an seinen Helden dürfen wir das Vertrauen haben, daß der Schatz nun erschöpfend gehoben ist für dieses große Werk, in welchem Frisch seine Lebensaufgabe sah, dergestalt daß auch nicht ein einziges Körnchen aus Keplers Nachlaß verloren gegangen ist. Um übrigens die Geschichte desselben vollständig zu geben, haben wir noch zu bemerken, daß die in den Pulkowaer Manuscripten enthaltene Correspondenz zwischen Kepler und David Fabricius (vgl. Einleitung, 2) durch hohe Vermittlung auch in die Hände Apelts gelangt ist, welcher dieselbe in der schon mehrfach angeführten Schrift „die Reformation der Sternkunde" schon 1852 publicirt hat[4]).

Der Nachlaß enthält, abgesehen von den Briefen, theils förmliche, mehr oder weniger fragmentarisch gebliebene, Schriften, theils bloße Vorarbeiten und Rechnungen zu den Hauptwerken, theils anderweitige Studien mannigfaltigen Inhalts. Wir zählen die Novitäten, welche die Gesammtausgabe als selbständige Bestandtheile der Werke bringt, nach der Reihenfolge der Bände auf: 1) Tychos Apologie gegen Ursus im ersten Band; 2) der berühmte „Hipparch"[5]) nebst zwei anderen Fragmenten über Berechnung der Mondsfinsternisse und über den Mond, und einer kleinen vollendeten Schrift über Tychos Mondtafeln und Mondhypothese[6]) im dritten Band; 3) des Ptolemäus Harmonica (III, 3—16) übersetzt und commentirt; 4) Urtheil über die vom Erzbischof Ernst von Cöln vorgeschlagene Maßvergleichung; 5) Keplers „hydraulische Maschine" betreffend, — diese drei im fünften Band; 6) Untersuchungen über die von Regiomontan und von Walther angestellten Beobachtungen im sechsten Band;

---

[4]) Sie stehen ebenfalls in dem 1860 erschienenen dritten Bande der Gesammtsausgabe, zumal da, wie Frisch S. 451 bemerkt, Apelt sie nicht ganz vollständig gegeben hat.

[5]) Von diesen beiden Werken war oben bei Keplers Leben oder im ersten Abschnitte des zweiten Theils die Rede.

[6]) Es ist Keplers Verbesserung derselben, Herwart gewidmet

7) eine deutsche Uebersetzung aus des Aristoteles Buch über die Welt mit Anmerkungen, betreffend die Bewegung der Erde; 8) zu Sleidan's Buch über die vier Monarchien; 9) über den Ursprung der Völker nach Moses; 10) über die sieben Wochen bei Daniel, — diese vier im siebenten Band; endlich unter dem gemeinsamen Titel „Collectanea ex Manuscriptis Pulcovicensibus" (über 200 Seiten) im achten Band: 11) Fragmente des projectirten mathematischen Lehrbuchs oder der „Institutiones Mathematicae"[7]) und 12) förmliche Miscellen arithmetischen[8]) und geometrischen, historischen und philologischen, endlich astronomischen und astrologischen Inhalts.

Die Briefe hat Frisch — und damit kommen wir auf den zweiten Punkt — nicht in fortlaufender Reihe aufgenommen, sondern in sinnreicher Weise in die Einleitungen zu den einzelnen Schriften Keplers, welche sie betreffen, und in die Biographie vertheilt, solche nämlich, welche sich nicht vorzugsweise auf eine seiner Schriften beziehen. Durch das jedem Band beigegebene Verzeichniß der Briefe, sowie durch das ganz chronologisch gehaltene Leben Keplers (wovon nachher), ist die Uebersicht über die Briefe gewahrt, sowie die Möglichkeit, dieselben im Zusammenhang zu lesen, obwohl mancher Brief, sofern er sich über ganz verschiedene Gegenstände verbreitet, demgemäß auch an verschiedene Orte zu vertheilen war. Die Briefe der Correspondenten werden in der Regel nicht vollständig, sondern in Auszügen gegeben, hinreichend zum Verständniß der Keplerschen Briefe,

und bereits zum Druck bestimmt. — Man darf das in demselben Band enthaltene Sendschreiben Keplers an die Astronomen über die Sonnenfinsterniß vom 12. Oct. 1605 hinzurechnen, als eine zwar gedruckte, aber äußerst seltene und an Frisch auch aus der Bibliothek der Pulkowaer Sternwarte gekommene Schrift.

[7]) Die Bücher „über die Größen" und die Bücher „über den geometrischen Unterricht" umfassend; von jenen ist nur das erste, von diesen das zweite Buch in weiterer Ausführung vorhanden.

[8]) Hier kommen interessante Reihenbetrachtnngen Keplers vor.

welche durch sie beantwortet werden oder welchen sie zur Antwort dienen, während dagegen die Briefe Keplers stets, wenn auch manchmal zerstückelt, zum Abdruck kommen.

Demnach gestaltet sich die Behandlung jeder einzelnen Schrift von Kepler so. Die Einleitung, als das „Prooemium" des Herausgebers, giebt eine Inhaltsübersicht der Keplerschen Schrift und deren Geschichte, in welcher eben die darüber geführte Correspondenz eine wesentliche Rolle spielt; eben dahin gehören ferner die Vorarbeiten und Rechnungen, welche sich für manche der Keplerschen Werke in den Manuscripten fanden. Manches dergleichen, wie auch Briefstellen, welche lediglich zur Erläuterung einzelner Stellen in dem betreffenden Werk dienen, findet auch seinen Platz in den Noten, mit welchen der Herausgeber jedes Keplersche Werk begleitet. Diese Noten sind theils literarisch und historisch, theils auch förmliche Erklärungen, in welchen Frisch die uns zum Theil ganz fremdartige Terminologie und Rechnungsweise des siebzehnten Jahrhunderts auf die uns geläufige Form bringt. Daß Frisch seine ausnehmende Vertrautheit mit diesen sozusagen mathematischen und sonstigen wissenschaftlichen „Alterthümern" in dieser Weise verwerthet hat, dafür wird ihm jeder dankbar sein, welcher Keplers Werke im Detail lesen will, und jeder, welcher dieß thut, wird finden, daß der Commentator manch' harte Nuß zu knacken, ja manches Räthsel aufzulösen hatte.

Die Anordnung der Werke ist dem Princip nach die chronologische, so jedoch, daß dieses durch die Berücksichtigung des Inhalts sich modificirt, um das Gleichartige zusammenzustellen. Der erste Band beginnt natürlich mit dem „Prodromus" und schließt die Apologie Tychos und die astrologischen Schriften an, welche vorzugsweise zu den früheren Werken gehören[9]). Der zweite Band enthält die optischen

[9]) Eines derselben, nämlich die Schrift über die große Conjunction von 1623, folgt im 7ten Band nach, weil die seltene Schrift erst später in die Hände des Herausgebers gekommen ist.

Schriften mit Einschluß derjenigen über die neuen Erscheinungen und Entdeckungen am Himmel aus der Prager Zeit. Der dritte bringt die „Neue Astronomie" und die hauptsächlichen der astronomischen Fragmente aus dem Nachlaß, an deren Spitze der „Hipparch" steht. Der vierte enthält die chronologischen Schriften mit Einschluß dessen, was Kepler über den Gregorianischen Kalender schrieb, und die Stereometrie der Fässer in der lateinischen Redaction. Im fünften haben wir die Weltharmonik mit ihren Anhängen und die deutsche Redaction der Fässerlehre. Im sechsten erscheint das Lehrbuch der Copernicanischen Astronomie und der Text der Rudolfinischen Tafeln (die Tafeln selbst sind, bis auf einige Proben, von der Aufnahme in die Gesammtausgabe ausgeschlossen worden), nebst der Untersuchung der Beobachtungen von Regiomontan und Walther. Gemischter ist der siebente Band, welcher alles enthält, was Kepler über Kometen schrieb (einschließlich den „Hyperaspistes"); ferner die Logarithmen und Ephemeriden, jene mit der Tafel, diese mit vorherrschender Ausschließung der bloßen Tafeln; endlich als Anhänge: das Schreiben des Terrentius mit Keplers Antwort und die Schrift über die große Conjunction, die weit frühere „Strena",[10] und die archäologisch-theologischen Artikel aus dem Nachlaß (oben Nr. 7—10). Der achte Band endlich bringt, außer den „Collectaneen" aus den Manuscripten (oben Nr. 11 u. 12), von Keplers Werken den deutsch abgefaßten „Bericht von Finsternissen", das merkwürdige „Opus postumum" oder das „Somnium", die deutsche Anweisung über das Abendmahl für seine Familie und einige Gedichte.

Ehe wir zu dem Rest des achten Bandes übergehen, fügen wir ein Wort über die Bedeutung des Keplerschen Briefwechsels bei. Wie wichtig derselbe nicht nur für

---

[10] Oder über die Gestalt des Schnees; man vgl. hierüber, wie über den Jesuiten Terrentius, des zweiten Theils ersten und zweiten Abschnitt.

die Geschichte der Keplerschen Schriften und der in ihnen vertretenen Wissenschaften, sondern auch für die Geschichte des ersten Drittels vom 17. Jahrhundert überhaupt ist, erhellt, wenn wir nach Frisch die Mannigfaltigkeit der Gegenstände nnd der Personen ins Auge fassen; aber auch, wie interessant, beziehungsweise unterhaltend er ist, leuchtet ein, wenn wir bedenken, daß die Briefe von einem der geistreichsten uud gebildetsten Männer seiner Zeit sind[11]. Ueber Astronomie verkehrte Kepler mit Mästlin, Tycho, Galiläi, Origanus (David Tost, Professor in Frankfurt a/O.), Ambrosius Rhodius (Rhode, Professor in Wittenberg), Kaspar Odontius (Zahn, Professor in Altdorf), Benjamin Ursinus (Behr, Prof. in Berlin),[12] mit Crüger, dem Mathematiker zu Danig (Hevels Lehrer), mit dem Dänen Longomontan, dem Schweden Erikson, dem Jesuiten Kurz, mit Magini zu Bologna (dessen Nachfolger Kepler werden sollte), mit Remus, des Erzherzogs Leopold Leibarzt, mit David Fabricius. Die Astrologie betrifft der Verkehr mit Kaiser Rudolf, mit Wallenstein, mit dem kaiserlichen Truchseß Vickenius und mehreren anderen Adelichen, somit mit D. Fabricius, Homelius in Marburg und mit dem Italiener Bianchi (Blanchus). Theils über Astronomie, theils und vorzugsweise über Chronologie stand Kepler in Briefwechsel mit Herwart, mit dem Leipziger Cantor Calvisius, dem Cleriker Decker zu Mainz, Joseph Scaliger und Mästlin; über Kosmogonie (auch über Sonnenflecken) mit Wackher. Die Optik war Gegenstand im Verkehr mit dem Kaufbeurer Arzt Brengger, mit dem Belgier Pisani, dem Engländer Harriot, mit Freund Papius

---

[11] Zu den schon von Hansch publicirten und zu den in den Pulkowaer Manuscripten zurückgebliebenen Briefen kommen noch die an Mästlin aus Stuttgarter Bibliothek und Archiv, und die an Herwart aus der Münchner Universitäts-Bibliothek. Ueber die verlorenen Briefe vgl. Frisch VIII, S. 945.

[12] Die drei letzten waren zeitweise Keplers Rechengehilfen, beim dritten nennt Poggendorf erst Linz, dann Frankfurt a/O. als Professorsitz.

zu Königsberg. Von anderen Gegenständen der Physik, namentlich vom Magnetismus, ist die Rede in Briefen an Herwart und Nautonierus; über Maschinenwesen an den Fürsten von Anhalt, den Herzog von Württemberg, den Baron von Herberstein. Von Musik und Harmoniewesen handeln Briefe an den Fürsten von Anhalt, an Wackher, Herwart, an die Leipziger Professoren Müller und Joachim Tanck, an den Engländer Heydon. Ueber Alchymie verhandelte er mit den Aerzten Martin Ruland und Johann Gerhard; über Medicin mit dem berühmten Prager Arzt Jessen, mit Brengger, Papius und Ruland. Geographisches und Landkarten kommen zur Sprache in Verhandlungen mit den steyerischen und oberösterreichischen Ständen, mit Crüger und Martin Crusius, seinem Tübinger Lehrer, mit welchem er auch über Geschichte verhandelte. Um Philosophie und Theologie handelt es sich vor allem in der Correspondenz mit Hafenreffer, aber auch mit Zehentmajer, Florian Crusius, einem Socinianer, mit Pistorius, mit dem Baron von Staremberg, und wenn wir Aeußerungen über Religion überhaupt hinzunehmen, noch mit dem Markgrafen von Baden, mit Herwart und Mästlin, endlich mit den Jesuiten Kurz und Guldin[13]). Um häusliche Angelegenheiten und Geldsachen drehen sich die Briefe an den Vorstand der kaiserlichen Hofkammer, Welser, den Baron Hoffmann, den kaiserlichen Leibarzt Mingonius, an Herwart und Wackher, sowie an die Freunde Mästlin, Besold, Schickard, Papius, Berenegger, auch Crüger und Hebenstreit (in Ulm).

Ganz besonders interessant und verdienstvoll ist die historische Beigabe (im achten Bande) über Keplers Leben, wie sich von einem solchen Kenner der Schriften Keplers sowie der Literatur des 16 ten und 17 ten Jahrhunderts nicht anders erwarten läßt. Von der Lebensbeschreibung ist die Mitthei-

[13]) Uebrigens sind seine Briefe an diese leider verloren, sowie auch die an die Jesuiten Scheiner und Grienberger.

lung der sämmtlichen Acten des Hexenprocesses aus dem Stuttgarter Archiv als ein besonderes Stück (von 200 Seiten) mit dem Titel „Iudicium matri Kepleri“ gesondert. Die Lebensgeschichte besteht aus drei Theilen. Der erste ist eine Uebersicht der Geschichte der Astronomie im 16ten Jahrhundert, der zweite das rein annalistisch gehaltene Leben Keplers selbst, der dritte umfaßt das, was dieser Annalenmanier, deren Werth wir sogleich kennen lernen werden, sich entzieht, wiederum in drei Artikeln: Keplers Familie, Keplers Gönner und Freunde, Keplers Bildungsgang und Lehre.

Die einleitende Geschichte der vorkeplerischen Astronomie umfaßt nur die größere Hälfte des 16. Jahrhunderts von Copernicus bis auf Kepler und beginnt mit einer ausführlichen Darlegung des Inhalts von des Copernicus berühmtem Werke und von dem der Publication dieses Werks noch vorangegangenen Bericht des Rheticus über das neue System. Durch Tychos Auftreten mit dem neuen Stern von 1572 zerfällt der Zeitraum wieder in zwei Abschnitte. Es würde zu weit führen, auch nur alle Namen zu nennen, welche von Frisch besprochen werden. Eine ausführlichere Erörterung wird im ersten Abschnitt gewidmet dem bedeutenden Astronomen Erasmus Reinhold mit den Prutenischen Tafeln und seinem Schüler Caspar Peucer; der Astrologie des berühmten Hieronymus Cardanus; dem Drängen nach Kalenderreform von Seiten des Pitatus, Johann Stadius und anderer; auch Maurolycus, Nonius der Portugiese, der Optiker Porta und Dasypodius erhalten ihre verdienten Stellen. Den zweiten Abschnitt eröffnet die ausführliche Besprechung von Tycho Brahe, sowie von Tychos Verkehr mit dem hessischen Landgrafen Wilhelm und dessen Astronomen Rothmann; hierauf kommen Mästlin, die Schriften über den neuen Kalender, besonders von Mästlin (contra) und nun Clavius (pro), endlich der mehrerwähnte Magini an die Reihe eingehender Betrachtung; den Schluß macht ein kurzer Blick

auf Franz Baco von Verulam, W. Gilbert (Magnet) und Giordano Bruno.

Im Begriff, an die Darstellung von Keplers Leben selbst zu gehen, will Frisch diese von ihm versprochene Biographie fast für überflüssig halten, weil in neuerer Zeit so Vieles in dieser Richtung erschienen sei; wir möchten sie am wenigsten unter allen diesen und früheren Keplerbiographien entbehren. Denn sie ist erstlich das einzig Authentische und durchaus Zuverlässige, was wir bis jetzt über Keplers Leben besitzen, indem sie fast ganz aus Keplers Briefen und Schriften selbst gezogen ist, wobei die in den Pulkowaer Manuscripten gefundenen astrologisch biographischen Aufzeichnungen Keplers jedem Jahr vorangestellt werden[14]); sie ist sozusagen Keplers Autobiographie, zusammengetragen von dem ersten Kenner seiner Schriften und Briefe. Sie schreitet zweitens, nach Art von Annalen oder Chroniken, wozu vielleicht zunächst jene Jahres-Aufzeichnungen den Impuls gegeben haben, so vor, daß für jedes einzelne Jahr, — unter Aufnahme der hergehörigen Briefe oder Briefstellen, resp. Stellen aus den Werken, — zusammengestellt wird: was sich im häuslichen und öffentlichen Leben Keplers ereignet hat, welche Studien und schriftstellerischen Unternehmungen ihn beschäftigten, mit wem Kepler persönlich und brieflich verkehrte. Auch diese annalistische Form ist ein großer Vorzug; denn jetzt ist endlich nicht nur den Sagen eines Hansch, sondern auch den Anachronismen eines Breitschwert, der Verschmelzung des nicht Zusammengehörigen, der Verschwemmung oder Verschleppung Keplerscher Aussprüche gründlich gesteuert, worauf hinzudeuten ja schon unser Vorwort veranlaßt war.

Ein Register von über 7 Bogen schließt das acht-

---

[14]) Diese merkwürdigen „Revolutiones annorum“ sind schon im Anfang des zweiten Theils erwähnt und mit ein paar Proben beleuchtet worden.

bändige Werk. Dadurch wird es zu einem Nachschlagebuch nicht nur für die von Kepler vertretenen Wissenschaften, sondern für alle Verhältnisse jenes Zeitalters; das Werk erhält einen wahrhaft encyclopädischen Charakter für das 16te und 17te Jahrhundert. Dieß beruht auf Keplers Vielseitigkeit und auf dem Umfang seiner Correspondenz, welche wir ebendeßhalb vorhin specificirt haben, um diese Seite der historischen Arbeit zu begründen.

So begrüßen wir denn in der höchsten Befriedigung zugleich mit dem dreihundertjährigen Jubiläum von Keplers Geburt die Vollendung dieser mühevollen Arbeit eines Menschenalters, dieses deutschen Nationalwerks. Wir versäumen auch nicht, an das herrliche Seitenstück zu erinnern, an jenes andere ähnliche Nationalwerk, dessen Bände seit acht Jahren die Keplerschen Bände begleiten, an die von der Göttinger Akademie herausgegebenen Werke von Gauß, dessen literarischer Nachlaß übrigens weniger Sorgen und Mühen veranlaßt hat als der Keplersche.

Doch das letzte Wort gilt Dir, vor Allem theuer, Vaterland, Deutschland! Wie zufällig das Zusammentreffen sein mag, es liegt einmal vor, daß das Jahr des dreihundertjährigen Keplerjubiläums zugleich das Jahr der Wiedergeburt des deutschen Reiches ist, und daß Deutschland seit mehr als dreihundert Jahren keine größere Epoche gehabt hat, als die, welche der Frankfurter Friede und die Eröffnung des ersten deutschen und vom deutschen Volke gewählten Reichstags bezeichnet, zu dessen Mitgliedern auch der Herausgeber der Werke Keplers zählt.

Druckfehler und Zusätze.

Seite	21	Zeile	7 v. u.	lacteo	statt	laeteo.
„	23	„	7 v. o.	werden	„	worden.
„	32	„	3 v. o.	methaphyſiſchen	„	phyſikaliſchen.
„	50	„	17 v. o.	welchem	„	welchen.
„	79	„	12 v. u.	13	„	12.
„	98	„	10 v. u.	1849	„	1848.
„	105	„	17 v. u.	Schickard	„	Schickhard.
„	107	„	8 v. u.	1626—1629	„	1826—1829.
„	128	„	14 v. o.	Schickard	„	Schickhard.
„	114	„	3 v. u.	1849	„	1846.
„	133	„	11 u. 8 v. u.	Interveniens	„	Intervenins.
„	138	„	4 v. u.	Nähe	„	Reihe.
„	151	„	2 v. o.	allgemeinen	„	allgemeinem.
„	171	„	4 v. u.	$7^1/_2$	„	$7^7/_2$.
„	171	„	17 v. u.	hatten	„	hatte.

Zu Seite 45, Note [6]). Dazu kommt dann noch, vermöge des zweiten Newtonſchen Satzes, die Beziehung auf die Maſſen, d. h. auf die Verhältniſſe der Planetenmaſſen zur Sonnenmaſſe, was übrigens wegen der Kleinheit dieſer Verhältniſſe von wenig Belang iſt.

Zu S. 97, Note [12]). Die ſphäriſche Aſtronomie hat den Namen von der ſcheinbaren Himmelskugel mit den Fixſternen, die theoriſche, als die Lehre vom Sonnenſyſtem, von den ſeit Purbach üblichen Darſtellungen deſſelben in ebenen Figuren mit einem um deren Mittelpunkt beweglichen Zeiger und einem in Zeichen und Grade eingetheilten Thierkreis (Ekliptik), welche Figuren man „theoriae“ nannte.

Druck von J. B. Hirſchfeld in Leipzig.

Verlag von Heyder & Zimmer in Frankfurt a. M.

JOANNIS KEPLERI OPERA OMNIA.

EDIDIT

CH. FRISCH.

Acht Bände von je ca. 40 Bogen in Lexicon-8. Mit zahlreichen Holzschnitten, dem Bildniss und der Handschrift Kepler's.

Subscriptions-Preis pr. Bogen 3 Sgr.

Vol. I. Preis 4 Thlr., vol. II. 5 Thlr.; vol. III.—V. à 4 Thlr.; vol. VI. und VII. à 5 Thlr.; vol. VIII. 7 Thlr.

Die Werke Kepler's erscheinen hier zum erstenmal vollständig. Mehrere kleine Schriften und eine grosse Anzahl seiner Briefe waren bisher noch nicht gedruckt.

Diese Schriften werden unverändert, wie Kepler sie selbst dem Drucke übergab, und in der Zeitordnung, in welcher sie zuerst erschienen, herausgegeben. Jeder Schrift wird eine Einleitung vorausgeschickt, die den Inhalt kurz angibt, sowie das Nöthige über die Abfassung und Entstehung desselben enthält. Hierzu liefern die Briefe Kepler's (aus der Stuttgarter, Münchener und Pulkowaer Bibliothek) einen bedeutenden Beitrag, welche desshalb je nach ihrem Inhalt dem Werke vorausgeschickt werden, auf welches sie sich beziehen.

Der Inhalt der 8 Bände ist folgender:

Band I: 1) Mysterium cosmographicum. 2) Ein Fragment, enthaltend die Vertheidigung Tycho Brahe's gegen Raymarus Ursus (aus den Pulkowaer Manuscripten.) 3) Kalender und Astrologische Schriften (zum Theil aus denselben Manuscripten).

Band II: Die Optik, Dioptrik, die Schriften über die Jupiters-Trabanten und den neuen Stern im Schlangenträger. Mercurius in Sole.

Band III: De motu Stellae Martis. Einige kleinere Schriften, von Mondfinsternissen etc. Hipparch (Pulkow. Manuscript).

Band IV: Chronologische Schriften. Die „Stereometria Doliorum (lateinisch).

Band V: Harmonia Mundi. Uebersetzung der Harmonie des Ptolemäus und Commentar dazu (Pulkowaer Manu-

script), Stereom. Dol. (deutsch). Abhandlung über Maasse; Ulmer Eich-Kessel; Hydraulische Maschine (Pulkow. Manuscript).

Band VI: Epitome Astronomiae Copernicanae. Einleitung in die Rudolph. Tafeln.

Band VII: Hyperaspistes Tychonis. Epistola ad Terrentium. De Cometis. Ephemeriden und Logarithmen. Chronologica (Mss.).

Band VIII: Astronomia Lumaris. Nachträge a. d. Pulk. Mss. Kepler's Leben. Register.

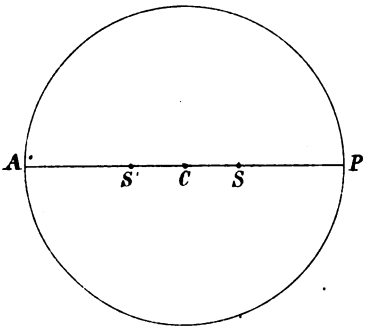
Folgende Astronomen haben den Prospectus unterzeichnet und das Unternehmen den Freunden der Naturwissenschaft und ihrer Geschichte empfohlen:

Herr **Fr. Argelander** in Bonn.
„ **J. F. Encke** in Berlin.
„ **B. A. Gould jr.** in Cambridge U. S.
„ **P. A. Hansen** in Gotha.
„ **C. v. Littrow** in Wien.
„ **C. A. F. Peters** in Altona.
„ **C. Rümker** in Hamburg.
„ **F. G. W. v. Struve** in Pulkowa.
„ **Otto v. Struve** in Pulkowa.
„ **J. Zech** in Tübingen.

Director C. v. Littrow in Wien hat nach dem Erscheinen des I. Bandes der Werke Kepler's in der „Leopoldina" im Jahr 1859 über das Unternehmen sich folgendermassen ausgesprochen:

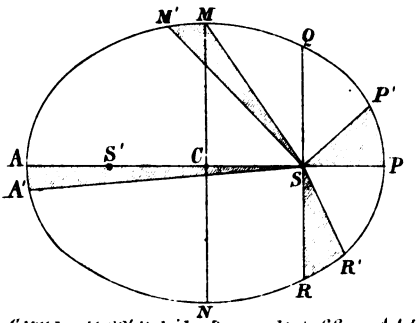
„In ächt vaterländischer Weise hat Professor Frisch seit vielen Jahren in aller Stille daran gearbeitet, die allenthalben zerstreuten Erzeugnisse von Keplers's Hand zu sammeln, und tritt nun in einem völlig geordneten, aus den verschiedensten Quellen mit bewundernswürdiger Aufopferung gesammelten Materiale vor die Verehrer Kepler's hin. Ich wähle heute zu dem Aufrufe zu Gunsten dieser so höchst verdienstlichen Publication ein Organ, das als Reliquie des deutschen Reiches doppelt berufen ist, sich **Sr. Röm. Kais. Mtt. Mathematikers** anzunehmen. Möge die patriotische Begeisterung für einen andern grossen Deutschen, deren Nachklänge wir noch vernehmen, sich auch hier bewähren. Möge die Erinnerung an Kepler versöhnt wêrden durch die Einigkeit, mit der wir beitragen zur Errichtung eines Denkmales, das in unsern Tagen von der Presse dauernder und erfolgreicher gegründet wird als durch Meisel und Marmor!"

Excentrischer Kreis.



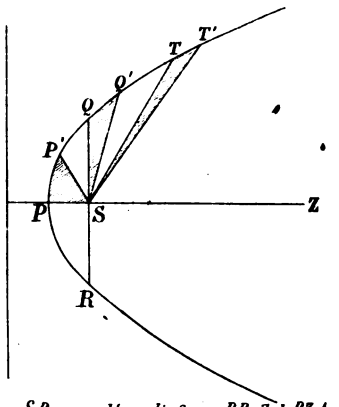
C Mittelpunkt des Kreises, S Ort der Sonne, P Perihel, A Aphel, S' Ausgleichungspunkt, AP Apsidenlinie, die Bewegung ist gleichförmig um C im einfach; um S' im doppelt excentrischen Kreis.

Ellipse.



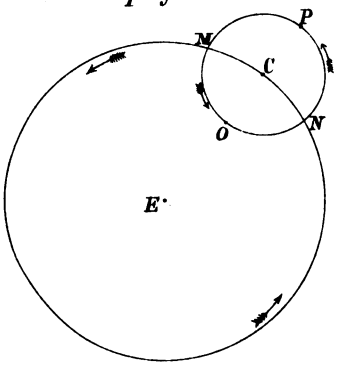
C Mittelpunkt, S S' die beiden Brennpunkte, in S Sonne, A Aphel, P Perihel, M u. N mittlere Entfernung, AP Apsidenlinie, QR Parameter, sind PP', MM', AA', RR' Bogen in gleichen Zeiten, so sind die Sectoren SPP' = SMM' = SAA' = SRR'.

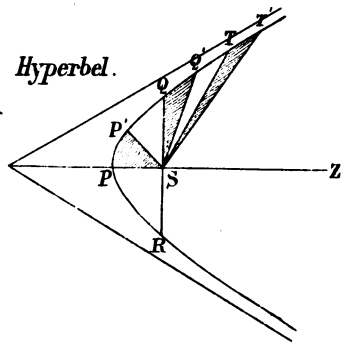
Parabel.



S Brennpunkt, wo die Sonne, P Perihel, PZ Apsidenlinie, QR Parameter, sind PP', QQ', TT' Bogen in gleichen Zeiten, so sind die Sectoren SPP' = SQQ' = STT'.

Epicykel.



E die ruhende Erde, Kreis um E der „Deferent", in welchem der Mittelpunkt C sich bewegt, Kreis um C der „Epicykel", in welchem der Planet P sich bewegt, in dem Stück M O N ist der Planet rücklaufig.

Hyperbel.